This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

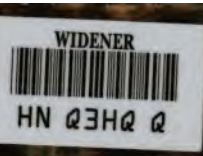
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

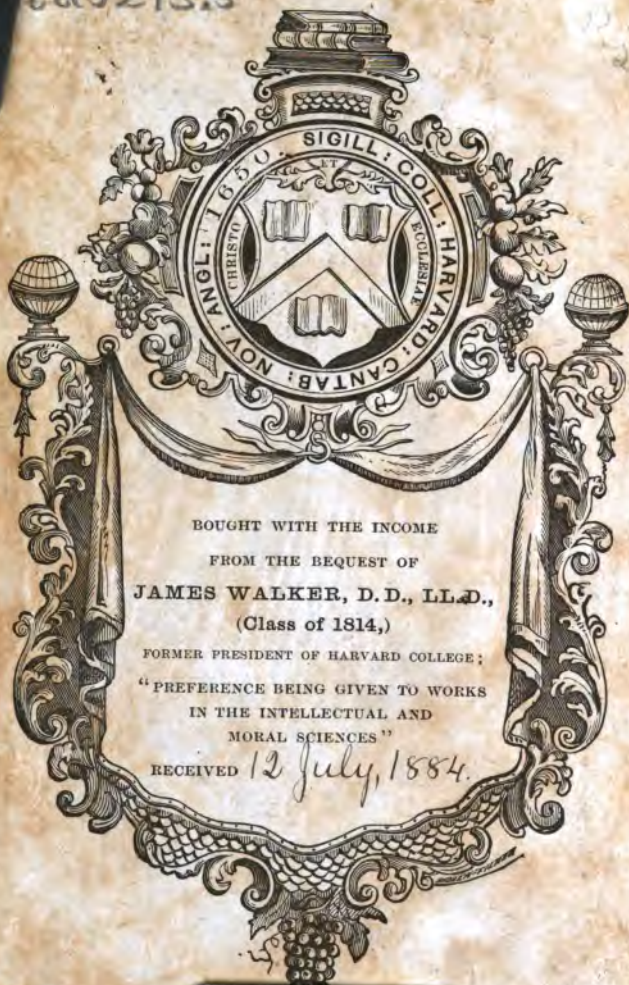
À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Phil
5243
5



ail5243.5



BOUGHT WITH THE INCOME
FROM THE BEQUEST OF
JAMES WALKER, D.D., LL.D.,
(Class of 1814,)
FORMER PRESIDENT OF HARVARD COLLEGE;
"PREFERENCE BEING GIVEN TO WORKS
IN THE INTELLECTUAL AND
MORAL SCIENCES"
RECEIVED 12 July, 1884.

LA LOI PSYCHOPHYSIQUE

SA BASE ET SA SIGNIFICATION

QUESTIONS DE PHILOSOPHIE ET DE SCIENCE

EXAMEN CRITIQUE

DE

LA LOI PSYCHOPHYSIQUE

SA BASE ET SA SIGNIFICATION

PAR

J. DELBŒUF

Professeur à l'Université de Liége

(Pour faire suite aux Éléments de Psychophysique)

HERING CONTRE FECHNER

FECHNER CONTRE SES ADVERSAIRES

PARIS

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie

108, BOULEVARD ST-GERMAIN

1883

III. 2178
Phil 5243.5 Lathrop fund.

LIÈGE. — IMPRIMERIE DE CH. AUG. DESOER.

PRÉFACE.

Depuis la publication des articles que je réunis dans le présent volume, il a paru deux ouvrages importants sur la psychophysique : l'un dû à M. Ferdinand August Müller, l'autre à Fechner lui-même.

Le premier est intitulé *L'axiome de la psychophysique et la signification psychophysique des expériences de Weber* [1]. C'est un travail critique où l'auteur cherche en premier lieu à démontrer, du point de vue Kantien, l'impossibilité d'établir une relation fonctionnelle entre le physique et le psychique; en

[1] *Das Axiom der Psychophysik und die psychologische Bedeutung der Weber'schen Versuche, eine Untersuchung auf Kantischer Grundlage.* Marburg. 1882; 158 p.

second lieu, à expliquer psychologiquement la loi de Weber. Le principal défaut de cette dissertation, d'ailleurs très bien faite et souvent profonde, m'a paru être l'abus du raisonnement à priori.

Le second a pour titre : *Révision des points principaux de la psychophysique* [1].

Il complète et, au besoin, peut remplacer les *Éléments de psychophysique*, du même auteur, aujourd'hui épuisés. Fechner y défend la psychophysique contre toutes les attaques dont elle a été l'objet.

Ce dernier ouvrage de Fechner — est-il besoin de le dire? — est très savant et très intéressant; mais il laisse la question à peu près au point où son aîné *(In Sachen der Psychophysik)* l'avait menée.

Une certaine agitation se fait depuis quelque temps autour de la science créée par l'illustre physicien de Leipzig. Quant à moi, je pense que ses destinées sont assez restreintes, et qu'elle n'ira guère au-delà de l'investigation des rapports du physique et du psychique dans le domaine de la sensation élémentaire.

[1] *Revision der Hauptpunkte der Psychophysik*, Leipzig 1882; X, 428 p.

Néanmoins, les résultats qu'elle peut mettre au jour sont de la plus haute importance. Mais pour cela, il ne suffit pas qu'elle renferme dans une formule telle quelle matériellement vraie les lois de ces rapports, il faut que la formule soit interprétable.

C'est ce dernier point — capital à mes yeux — que le présent volume cherche à mettre en lumière. Ma polémique contre Fechner n'eût-elle d'autre sujet que la difficulté d'interpréter rationnellement sa formule, qu'elle serait suffisamment justifiée.

Si je propose une autre formule et si je la défends, mon but n'est pas d'amoindrir en rien le mérite de Fechner, qui est au-dessus de toute discussion ; je ne veux même pas la donner comme l'unique et définitive ; je veux simplement faire comprendre quelle doit être la physionomie de l'équation mathématique qui nous fera saisir dans son essence vraie la nature des relations qu'elle exprime.

A cet égard, ce nouvel ouvrage est un chapitre détaché d'une philosophie des sciences, et c'est pourquoi sa valeur est en quelque façon indépendante du sort réservé à ma formule et même à la psychophysique.

LA LOI PSYCHOPHYSIQUE

HERING CONTRE FECHNER

HISTORIQUE.

Je ne sais s'il y a pour l'homme un sentiment plus pénible que de voir un vaste édifice élevé par ses soins au prix des plus grands efforts, et destiné à être son principal titre de gloire devant la postérité, s'écrouler un beau jour sous ses yeux, faute de fondements assez solides. Et cependant, tel est le sort réservé à bien des œuvres humaines. C'est surtout dans le domaine philosophique et scientifique que l'histoire enregistre souvent de semblables déceptions. La route du savoir humain est jonchée de ruines.

Ces amères réflexions ont dû, sans aucun doute, se présenter à l'esprit de l'illustre Fechner, quand il a vu l'un de ses disciples, l'un de ses admirateurs, battre en brèche et démolir pierre à pierre le mo-

nument grandiose qu'il avait construit à l'aide des matériaux rassemblés par ses patientes recherches. Ce n'était sans doute pas la première fois que son œuvre était exposée aux attaques d'adversaires redoutables, mais aucun jusqu'ici n'avait conduit le siége avec tant d'art ni porté des coups aussi sûrs.

Une circonstance ajoute à la ruine un caractère particulièrement désastreux, c'est que la psychophysique de Fechner est avant tout une œuvre de science positive et expérimentale. Or, les systèmes de cette nature tombent généralement tout d'une pièce, et les débris en sont même inutiles. Les spéculations autrefois retentissantes et aujourd'hui démodées des Schelling et des Hegel ont au moins cet avantage que l'histoire de la philosophie en tient note, et qu'elles comptent encore par-ci par-là des partisans ou tout au moins des continuateurs. Mais que deviennent les hypothèses scientifiques reconnues fausses? elles disparaissent presque toujours dans un profond oubli sans laisser plus de traces que les neiges d'antan.

L'éternelle question des rapports de l'âme et du corps, qui, jusque dans ces derniers temps, appartenait au domaine de la philosophie pure, fut enfin dans la seconde moitié de ce siècle revendiquée par les sciences expérimentales comme pouvant relever de leurs méthodes et de leurs procédés d'investigation. C'est à Fechner que revient l'honneur de cette tentative.

Le point de départ de ses travaux se trouve dans ceux de Weber sur les sensations de poids et la mesure des distances par l'œil.

Ce savant physiologiste avait cru remarquer, entre les résultats qu'il avait trouvés et une loi bien connue en acoustique, une frappante analogie. On sait, en effet, que la plus petite différence qui puisse être perçue par une oreille humaine entre les hauteurs de deux tons différents est toujours la même, quelle que soit la hauteur de ces tons ; qu'elle est, par exemple, d'un quart de comma pour les musiciens exercés, ou d'un demi-comma pour les simples amateurs, ou d'un comma et davantage pour ceux qui ont des organes moins délicats ; c'est-à-dire, en d'autres termes, que cette plus petite différence est toujours la même fraction du ton le plus bas. Or, d'après Weber, la plus petite différence que l'œil puisse saisir entre deux lignes presque égales, équivaut toujours à 1/50 environ de la plus courte de ces lignes, qu'elles mesurent d'ailleurs des centimètres ou des décimètres ; et de même pour qu'un poids soit jugé supérieur à un autre, il faut qu'il surpasse celui-ci soit de 1/30, ou de 1/50, suivant les individus. Il en avait conclu par généralisation que, dans la comparaison des sensations ou des forces, l'âme ne tenait aucun compte de leur grandeur absolue, mais simplement de leur grandeur relative. Ce résultat capital peut s'exprimer par la formule suivante : *La plus petite différence perceptible entre deux excitations de même nature est toujours due à une différence réelle, qui croît proportionnellement avec ces excitations mêmes.*

C'est de cette proposition, qui seule appartient proprement à Weber, que Fechner tira la fameuse loi à laquelle il donna le nom de Weber, mais qui

devrait à plus juste titre porter son propre nom. Fechner crut pouvoir tirer des recherches de son prédécesseur la conclusion suivante : *Pour que la sensation croisse de quantités toujours égales, il faut que l'excitation extérieure croisse de quantités toujours proportionnelles à cette excitation même.* Si, par exemple, une sensation d'une valeur égale à 4, produite par une excitation égale à 27, exige, pour devenir égale à 5, que l'excitation 27 croisse de 9, c'est-à-dire, du tiers, et devienne 36, il sera nécessaire, pour qu'elle reçoive un nouvel accroissement égal et devienne 6, que l'excitation 36 croisse encore du tiers, c'est-à-dire, cette fois-ci, de 12, et devienne 48; et, en continuant, pour que la sensation devienne 7, l'excitation nouvelle devra être de $48 + 48/3 = 64$; et ainsi de suite.

Comme on le voit, si l'on veut donner à la sensation des accroissements suivant une progression arithmétique, telle que 1, 2, 3, 4..., il faut que l'excitation croisse suivant une progression géométrique telle que, par exemple, 1, 2, 4, 8... C'est ce qui est exprimé d'une manière plus concise et plus élégante à la fois par cette rédaction : *La sensation est proportionnelle au logarithme de l'excitation.* En effet, les logarithmes des nombres qui forment une progression géométrique sont en progression arithmétique.

Cette loi, Fechner la vérifia pour divers ordres de sensations par de longues séries d'expériences variées, faites d'après des méthodes qui lui sont propres et dont nous n'avons pas à parler ici. Il suffit de dire que ces méthodes avaient toutes plus

ou moins pour but et pour résultat de déterminer la plus petite différence perceptible entre deux sensations de même nature.

La loi établie, il s'agit de l'interpréter. Entre l'excitation et l'âme qui la perçoit sous forme de sensation, il y a le corps ou, à proprement parler, l'élément nerveux. Où vient se placer l'action de cette loi logarithmique? Est-ce entre l'extérieur et l'élément nerveux, ce qui revient à se demander si l'impression sur le cerveau serait proportionnelle au logarithme de l'excitation, auquel cas la sensation serait proportionnelle à cette impression? Au contraire, l'excitation amenant dans le nerf une modification proportionnelle, est-ce cette modification même qui serait perçue par l'âme sous forme de sensation, mais réduite proportionnellement au logarithme de sa valeur? En d'autres termes, la loi est-elle purement physiologique, ou bien est-elle psychophysique? Fechner, se fondant sur cette considération fondamentale que dans la nature physique les effets sont partout proportionnels à leur cause, se prononça pour la *nature psychophysique de sa loi.* Entre le physique et le psychique il n'y aurait donc pas une relation de cause à effet, mais simplement correspondance; l'âme se représenterait d'une façon à elle propre le monde extérieur.

J'avais donc raison de le dire tantôt : Fechner avait tiré du domaine de la spéculation pure le problème des rapports de l'âme et du corps.

L'apparition des *Éléments de psychophysique* en 1860 eut, principalement en Allemagne, un retentissement d'autant plus grand que ce livre est un

véritable trésor d'observations neuves, originales et piquantes, et que les résultats des expériences de l'auteur s'appuient sur des montagnes de chiffres, obtenus d'après les méthodes les plus ingénieuses et les plus scrupuleuses.

La loi de Fechner ne tarda pas cependant à être attaquée. Helmholtz notamment et Auber lui adressèrent des reproches extrêmement sérieux; mais Fechner réussit à y échapper par certains subterfuges ou par des hypothèses accessoires. Nous-même, il y a quelques années [1], nous l'avons critiquée tant au point de vue théorique — elle est mathématiquement insoutenable — qu'au point de vue des faits — elle les explique d'une manière approximative seulement — et nous avons proposé des corrections dont l'expérience pour les sensations de lumière au moins est venue justifier la légitimité. Ces critiques concordaient pour représenter la loi de Fechner comme n'étant vraie qu'entre certaines limites, comme cessant de l'être quand les excitations sont ou très faibles ou très fortes, et comme n'étant encore qu'approchée dans ces limites mêmes. Malgré ces restrictions, le principe de la loi restait universellement admis, et Fechner jouissait tranquillement d'une notoriété justement acquise par ses innombrables et précieuses investigations.

[1] *Étude psychophysique. Recherches théoriques et expérimentales sur la mesure des sensations, etc.* Bruxelles, Muquardt, 1873. Voir mes *Éléments de psychophysique générale et spéciale.* Paris, Germer Baillière, 1883, p. 16 et suiv.

Mais voilà que tout-à-coup, dans une séance de l'Académie de Vienne tenue le 9 décembre 1875, M. Ewald Hering, professeur de physiologie à Prague, connu déjà par des travaux de laboratoire et une remarquable conférence sur *la mémoire de la matière organisée*, élève lui-même de Weber et de Fechner, lance un discours sur la loi psychophysique de Fechner où il la soumet à une critique ingénieuse, pénétrante, implacable, l'examine dans sa base expérimentale, dans sa portée psychologique, et la réduit à néant ou peu s'en faut; il ne lui laisse que des débris informes incapables, à première vue, d'être jamais remis en œuvre. M. Hering est un esprit net et logique, remarquablement lucide, très fin et très serré dans l'argumentation. C'est tout au plus si nous avons pu relever par-ci par-là dans les 39 pages de sa harangue un raisonnement entaché de faiblesse. Je signalerai pourtant dans cet opuscule un certain manque d'ordre : les objections de théorie se mêlent à la critique des faits, les observations générales aux remarques de détail; les mêmes arguments reviennent à plusieurs reprises, et d'autres ne sont pas à leur place. En le résumant, je m'astreindrai à un plan plus méthodique, mais je n'échapperai pas complètement aux redites.

PREMIÈRE PARTIE.

LA CRITIQUE DE M. HERING.

I. Examen critique de la base de la psychophysique de Fechner.

Les travaux de Weber sur la mesure des distances par l'œil et sur les sensations de poids et de pression, lui ont révélé une loi qu'il rapproche de celle de l'acoustique ; mais il établit par là, dit M. Hering, une analogie entre des choses totalement différentes. Quand on compare trois droites qui sont entre elles comme les nombres 2, 3, 4, on les compare effectivement sous le rapport de leur longueur. En est-il de même quand on entend trois notes dont les hauteurs correspondent à des nombres de vibrations qui sont dans le même rapport de 2, 3 et 4? Évidemment non, car là on apprécie réellement la longueur des lignes, tandis qu'ici l'oreille n'évalue en aucune façon le nombre des vibrations. Je puis juger qu'une droite est double d'une autre, mais je ne me doute nullement, sans le secours des appareils de physique, que l'octave accomplit dans le même temps deux fois autant de vibrations que la note fondamentale? S'agit-il maintenant de poids, on se trouve en face de sensations d'un nouvel ordre encore. Si les droites, 2, 3, 4, par exemple,

forment un triangle, elles constituent une image dont la configuration dépend de leurs rapports numériques; trois notes consécutives dans ces mêmes rapports donnent un fragment d'air qui a un caractère permanent dans quelque gamme qu'elles aient été prises, mais qu'on veuille bien nous dire ce que représentent à l'esprit trois poids proportionnels à ces nombres?

Ces considérations de M. Hering, présentées ici sous une forme très peu différente de celle qu'il a choisie, me paraissent très justes et j'y souscris volontiers. Mais je n'approuve pas aussi complètement cette autre partie de son argumentation où il fait remarquer que la comparaison des droites nous est facile, parce qu'elles font sur la rétine une image dont l'extension est fidèlement représentative de la figure extérieure, et partant, que l'évaluation comparative des poids ne peut être exacte qu'à la condition que les intensités des sensations soient dans le même rapport que les poids eux-mêmes. Je n'accorde aucun de ces deux points. Je n'admets pas que nous jugeons exactement des distances, parce que l'image de la rétine en est une réduction proportionnelle. Quelle image sur la rétine vient faire la représentation d'un simple intervalle sans ligne tracée, ou même encore une distance en profondeur ou en perspective? Je n'admets pas davantage que, pour saisir le rapport de deux poids, il faudrait des intensités de sensation qui fussent entre elles comme des poids. L'âme ne juge pas en *comparant* ses sensations, mais *d'après la différence* de ses sensations. Quand le chasseur estime qu'un lièvre

est à mi-chemin entre un arbre de la plaine et lui, il ne rapporte pas la sensation de la première distance à la sensation de la seconde distance, et ne se dit pas que la première sensation est la moitié de la seconde : c'est là un langage qui n'a pas de sens. Et puis, en supposant même que la sensibilité fût une espèce de microcosme, on n'aurait pas davantage expliqué les rapports de l'âme et du corps.

Croit-on d'ailleurs qu'il y ait au fond autant de différence que M. Hering semble le dire entre la manière dont nous évaluons une distance et celle dont nous évaluons les poids ? Le chasseur énonce la distance en pas ou en portées de fusil, le porte-faix évalue les poids en kilogrammes, et un employé de la poste en grammes. Que les gens peu exercés se trompent grossièrement à cet égard, ce n'est pas là ce qui doit nous toucher. Je reviendrai d'ailleurs plus tard sur ce sujet. Ces restrictions faites, j'admets pleinement la conclusion de M. Hering : à supposer que la loi de Weber concernant les distances et les poids fût exacte, elle ne pourrait être rapprochée de la loi musicale.

Passons à la première loi de Fechner ainsi formulée : la sensation croît suivant le logarithme de l'excitation. Fechner regarde cette loi comme renfermée implicitement dans la loi de Weber concernant les plus petites différences, et cette déduction lui paraît si claire qu'il ne se donne pas la peine de la démontrer. Il appartenait à M. Hering de faire voir que cette identité n'est rien moins que constatée; bien plus, que les deux lois sont complètement indépendantes l'une de l'autre. En effet, que

dit la loi de Weber? Si une ligne ou un poids vient à s'augmenter, l'accroissement ne deviendra perceptible que lorsqu'il aura atteint une certaine fraction — toujours la même — de la valeur totale de la ligne ou du poids. Ainsi lorsque deux lignes, l'une de 50 millimètres, l'autre de 50 centimètres, s'allongent en même temps, je ne m'apercevrai de l'accroissement que lorsque la première sera de 51 millimètres, et l'autre de 51 centimètres. Un poids de 30 grammes me paraîtra plus lourd du moment où il aura, par exemple, atteint 31 grammes; et un poids de 3000 grammes ne m'imposera un jugement semblable que s'il monte jusqu'à 3100 grammes.

La loi de Fechner implique cette conséquence, mais elle en implique une autre tout-à-fait inattendue et à coup sûr inadmissible. Supposons, en effet, que ces deux lignes de 50 millimètres et de 50 centimètres croissent en même temps *par minima perceptibles* de manière à atteindre l'une 100 millimètres et l'autre 100 centimètres. Le nombre de ces agrandissements successifs sera le même de part et d'autre; d'après Fechner, les accroissements de sensation correspondants sont tous égaux, de manière qu'au total les deux sensations se sont élevées de la même quantité; de sorte que les 50 millimètres en plus d'un côté et les 50 centimètres en plus de l'autre feraient sur l'âme le même effet! Si un poids de 30 grammes reçoit un accroissement de 30 grammes, ces 30 grammes supplémentaires agissent sur nous comme 3 kilogrammes ajoutés à un poids de 3 kilogrammes! Si l'on place les deux mains à plat

sur une table, que l'on charge l'une d'un disque de métal, et l'autre de cinq disques semblables, puis que brusquement on ajoute d'un côté un disque, et de l'autre cinq disques, on devrait juger égales les deux impressions de surcharge! Ce sont là des conséquences certes inacceptables.

Ce raisonnement me paraît juste. Je me permettrai même de l'étendre. Supposons que sur l'une des mains il y ait 30 disques et sur l'autre 300. Si de part et d'autre j'augmente insensiblement la charge, je m'apercevrai d'un surcroît quand sur la première main j'aurai ajouté 10, et sur la seconde 100 disques, car le *minimum* perceptible pour la pression est, d'après Weber, d'environ un tiers. Dans ce cas, les sensations auront crû chacune d'un minimum perceptible. Ces deux *minima* sont-ils égaux? Là gît toute la question. A certains égards on peut répondre oui, puisque en deçà il n'y a pas de sensation; mais à d'autres égards on peut répondre non, parce qu'en fait la main chargée de 30 disques est un *autre* individu sensible que la main chargée de 300 disques. Vouloir comparer les sensations de ces deux mains, c'est vouloir établir un parallèle entre la manière de sentir de deux personnes différentes; bien mieux, de deux personnes dont l'une serait déjà épuisée et l'autre, pleine de vie et de force. Si l'on se range à cette manière de voir, et si l'on ne prend en considération cette fois-ci qu'une seule main, dont on augmente graduellement la charge de manière à produire chaque fois un minimum de sensation, on comprend immédiatement pourquoi on ne peut considérer ces

minima comme égaux, car on a chaque fois agi sur une main dont la sensibilité a été diminuée et qui demande par conséquent de plus fortes excitations pour être encore en état de sentir. A ne considérer que les faits, la loi de Fechner est donc fausse, parce qu'elle ne tient pas compte de l'altération éprouvée par l'organe à la suite de l'excitation même à laquelle il est soumis. Mais il pourrait se faire qu'elle fût exacte d'une manière abstraite, c'est-à-dire, en tant qu'appliquée à des organes d'une élasticité parfaite et toujours aptes à réagir d'une façon adéquate.

Cette réserve faite, je concède tout à fait à M. Hering sa conclusion que la loi de Fechner n'est pas identique avec celle de Weber, et que l'exactitude de la première, à la supposer établie, ne démontrerait pas celle de la seconde.

Arrivons au troisième point. Fechner regarde sa loi comme psychophysique, et non comme physique ou physiologique. Mais, vu que cette seconde assertion repose sur l'existence d'un rapport logarithmique entre l'impression et l'excitation, et que ce rapport n'existe pas, il est faux d'affirmer que la sensation croît comme le logarithme de l'effet psychophysique, censé proportionnel à sa cause excitante.

Après avoir ainsi examiné à un point de vue général la base de la théorie de Fechner, M. Hering la soumet ensuite à une critique plus détaillée.

II. Invraisemblances et difficultés résultant des lois de Fechner.

M. Hering commence par la deuxième proposition de Fechner; et pour prouver sa thèse qu'elle est théoriquement invraisemblable, il a recours à différents arguments.

Si l'on recherche, dit-il, la loi des rapports de l'âme et du corps, la première hypothèse qui se présente à l'esprit, c'est que les effets psychiques, les sensations, sont proportionnels aux effets physiques, c'est-à-dire aux modifications corporelles produites par les excitations du dehors, et réciproquement que le corps à son tour est d'autant plus influencé par les actions psychiques que celles-ci sont plus fortes. Or, il faudrait prouver qu'une pareille hypothèse, si simple et si naturelle, est inadmissible, avant d'en imaginer une autre plus compliquée. La proportionnalité entre l'effet et la cause s'impose pour ainsi dire à l'esprit, quand l'agent est en rapport immédiat avec le patient, comme l'est le processus psychophysique avec le psychique, fût-on même d'avis que le corps et l'âme sont deux substances différentes, à plus forte raison si, comme Fechner, on admet que les deux processus sont au fond identiques.

Je ne veux pas me prononcer sur la valeur de cette argumentation; elle repose sur les idées de convenance, de simplicité, de probabilité, et il est toujours dangereux de les introduire dans les

sciences positives. Les anciens ne pensaient-ils pas que les orbites des planètes étaient circulaires, parce que le cercle est la plus simple de toutes les figures? D'ailleurs, si nous prenons même des exemples dans la physique, ne voyons-nous pas que la densité de l'atmosphère diminue à mesure qu'on s'éloigne du centre de la Terre? cette densité est une fonction *immédiate* de la hauteur, et pourtant cette fonction est logarithmique. La propagation de la chaleur le long d'une barre métallique est due à la source de chaleur qui agit sur la barre sans intermédiaire, et pourtant ici encore interviennent les logarithmes. Je repousse donc en partie l'argumentation du savant professeur de Prague, et j'accepte néanmoins sa conclusion.

Je ne suis pas davantage ébranlé par un second argument qu'il a déjà fait valoir précédemment. L'âme, dit-il, ne pourrait se faire une idée adéquate du monde extérieur, si les effets internes n'étaient pas proportionnels aux causes externes. Du moment que les grandeurs extensives de l'étendue et de la durée ne sont représentées en elle que proportionnellement à leurs logarithmes, l'âme n'aura aucune idée conforme à la réalité, les dessins des objets seront, par exemple, totalement métamorphosés, et le rythme d'un morceau de musique parfaitement indéchiffrable. Je me permettrai de demander à M. Hering si un tableau ne représente pas avec *vérité* un paysage, bien qu'il n'y ait aucune proportionnalité entre les intensités des couleurs naturelles et celles de nos couleurs artificielles. Dans la nature les éclats pourront être, par exemple, dans la pro-

portion de 100, 30 et 1, et le peintre aura employé un rapport 10, 6 et 2 [1]. Je laisse donc de côté cette objection que j'ai déjà rencontrée et sur laquelle je reviendrai encore, et j'aborde le troisième point de l'argumentation de M. Hering.

Chacun de nous, dit-il, est plus ou moins en état de lancer un caillou à une distance donnée et sait proportionner son effort au poids de ce caillou. Si ce poids du caillou ne fait sur l'âme qu'une impression proportionnelle à son logarithme, tandis que la dépense de force musculaire est proportionnelle au nombre, il faut donc admettre qu'il y a une loi logarithmique inverse qui relie la sensation à la volonté, ou plutôt la volonté à l'action musculaire, en ce sens que la volonté croîtrait suivant les logarithmes et la force suivant les nombres.

Le raisonnement est, sans contredit, ingénieux. A la rigueur on peut répondre que si l'on admet une loi logarithmique, rien n'empêche d'en introduire deux. Mais il faut tout au moins reconnaître que l'on n'avait pas entrevu une pareille nécessité, et que le coup n'en est pas moins bien porté.

III. Insuffisance des preuves avancées à l'appui des lois de Fechner.

Fechner a dû admettre que l'œil saisit en général les rapports de l'étendue comme ils sont en réalité et non en raison logarithmique, et il a, pour expli-

[1] Voir dans la *Revue scientifique* du 9 septembre 1876, l'article de HELMHOLTZ sur l'*Optique et la peinture*.

quer cette anomalie, recours à une hypothèse auxiliaire sur certaines dispositions de l'organe visuel qui le préserve du trouble occasionné infailliblement par l'action de la loi psychophysique. Mais il serait nécessaire d'inventer, comme on le verra bientôt, des hypothèses auxiliaires pour expliquer les sensations de durée, de pression, de poids, de son, qui échappent aussi à la loi logarithmique. En somme, cette loi ne se vérifie jusqu'à présent, et encore dans une certaine mesure, que pour la lumière et la tonalité; or, s'il y a plus d'exceptions que de cas rentrant dans la règle, peut-on dire que cette loi est destinée à expliquer les rapports du physique et du psychique?

Je ne vois pas ce que l'on pourrait répondre à une pareille objection, à moins que l'on n'établisse que les sensations où cette loi ne se vérifie pas, ne peuvent en aucun cas lui être soumises.

Mais M. Hering ne veut pas même laisser à la psychophysique le mérite d'avoir une loi applicable à la lumière et à la tonalité. Comme c'est là un fait indiscutable — au moins dans son caractère général de la non-proportionnalité entre l'excitation et la sensation — et qu'une partie des arguments qu'il a fait valoir jusqu'à présent en reçoivent une grave atteinte, force lui est bien de chercher à l'expliquer à un autre point de vue. Il se livre pour cela à des distinctions subtiles entre le poids et les dimensions d'une chose qui sont des attributs essentiels de cette chose, et son éclat qui n'en est qu'un attribut accidentel, dépendant de la quantité de lumière qui la frappe, et il serait, d'après lui, absolument indis-

pensable de sentir proportionnellement le poids, tandis qu'il n'y a aucun inconvénient à sentir différemment la lumière et le ton.

Ce raisonnement ne m'entre pas dans l'esprit. Derrière l'argument se cache une puissance occulte, la Nature, qui ayant à régler les rapports entre la sensation et l'excitation, établit la proportionnalité là où elle ne peut faire autrement, mais qui, une certaine latitude lui étant une fois donnée à cet égard, en profite avec empressement pour se livrer à des écarts fantaisistes dans le but avoué ou non de répandre un peu de variété autour d'elle, et surtout de jeter les savants dans la perplexité.

Toutefois, dans sa préoccupation des causes finales, M. Hering reconnaît à la loi logarithmique cet avantage que la couleur réelle des objets, qui est un de leurs attributs essentiels, subit par là dans la sensation moins de changement quand la clarté change, que si l'éclat réel et l'éclat apparent demeuraient proportionnels. Reste l'explication du fait. Il est certain que la sensation de lumière croît plus lentement que sa cause. Ainsi, quand au moyen d'un appareil tournant, sur un disque dont le centre est blanc et le bord noir, on forme un anneau gris intermédiaire dont l'éclat réel soit exactement moyen entre ce noir et ce blanc, il se rapprochera plus pour l'éclat apparent du blanc que du noir. La différence entre le centre et l'anneau, quoique égale en réalité à celle qui existe entre cet anneau et le bord, est donc sentie comme plus petite que celle-ci.

Mais n'y a-t-il pas moyen d'expliquer cette loi par les propriétés organiques de l'œil ? Sans doute,

répond le savant physiologiste. L'œil, par sa construction, grâce à l'iris et aux paupières qui dispensent l'entrée de la lumière, s'accommode à une lumière moyenne, et par là il obtient que l'éclat des objets extérieurs vienne frapper la rétine avec une intensité presque toujours à peu près la même. D'ailleurs, d'après la loi de Fechner prise dans sa rigueur, les choses devraient, dans l'obscurité, nous apparaître avec le même éclat qu'en plein jour. Nous sommes en outre parfaitement capables de juger si la lumière générale devient plus intense. La loi est ici en contradiction avec les faits; Fechner, d'un autre côté, ne tient aucun compte de la faculté d'adaptation de la pupille et de la rétine; enfin les phénomènes peuvent s'expliquer physiologiquement; — on peut donc sans difficulté soustraire à la loi logarithmique les sensations lumineuses.

Il y a quelques années déjà, j'avais adressé à la loi de Fechner, prise à la lettre, plusieurs des objections précédentes; et j'avais en conséquence fait subir à la formule de Fechner une légère correction qui la met à l'abri de ces reproches et que des expériences nombreuses sont venues confirmer. Je reviendrai plus tard encore sur ce point. Et quant à ce que dit M. Hering des propriétés physiologiques de l'œil, il est loin d'avoir expliqué par là pourquoi le gris moyen, entre un blanc d'un éclat égal à 32 et un noir d'un éclat égal à 2, est non pas d'un éclat égal à 17, mais à 8, nombre précisément réclamé par la loi de Fechner. Cette loi est déjà assez maltraitée pour qu'on ne lui enlève pas injustement ce qui lui reste. Et pourtant M. Hering tâche encore

de la priver de toute valeur à l'égard des sensations auditives.

Dans un son, on distingue l'intensité et le ton. Pour prouver que la loi logarithmique ne peut intervenir dans les phénomènes d'intensité, il a recours à un argument extrêmement fin et judicieux. Le timbre, dit-il, est dû, ainsi que l'a démontré Helmholtz, à la combinaison avec la note fondamentale des notes consonnantes vibrant avec certaines intensités relatives. Or, si les intensités des sons perçus suivaient une loi logarithmique, si, lorsqu'elles augmentent, les sensations correspondantes croissaient de moins en moins en vite, le timbre d'un instrument varierait pour notre oreille dans les *forte* ou les *piano*, dans l'éloignement ou le voisinage. Et voyez, ajoute M. Hering, que d'inconvénients dans la pratique !

Je ne puis qu'applaudir à la finesse de cette argumentation, et c'est avec peine que je vois ici encore intervenir la finalité. C'est même cette addition qui me fait douter de la justesse absolue de l'observation. Sans doute la vie réelle nous réserverait des surprises étranges et parfois désagréables si, grâce aux perturbations introduites par la loi logarithmique, les hurlements d'un animal féroce entendus de loin nous faisaient l'effet d'un chant d'oiseau. Pourtant, au bout de quelques pas, je soupçonnerais l'erreur. Si, même dans l'éloignement, je distingue l'aboiement d'un chien et le cri d'un coq, cependant cette distinction est de moins en moins certaine à mesure que le son s'affaiblit, et si ces cris se produisaient tout près de mon oreille,

ils pourraient être tellement assourdissants que je serais disposé à confondre l'un avec l'autre. Est-il bien sûr d'ailleurs que le timbre ne se modifie pas, et que, si nous parvenons à le reconnaître quand même, ce ne soit pas parce que nous nous sommes exercés à tenir compte de l'éloignement et des autres causes perturbatrices, de la même manière que nous reconnaissons la couleur des objets à travers tous les degrés de clarté, à travers les teintes de la lumière ambiante ou de la surface réfléchissante, et même d'une vitre colorée que nous plaçons entre eux et notre œil ? Tout ceci soit dit en dehors d'autres arguments que je ferai valoir plus tard, et sans méconnaître en aucune façon tout ce que l'objection a d'ingénieux et de grave.

Pour ce qui regarde la tonalité où la loi logarithmique intervient si visiblement qu'elle a été découverte dans l'antiquité la plus reculée, je ne puis à aucun degré souscrire à ce que dit M. Hering. Il veut enlever à Fechner le bénéfice de cette application. Selon lui, le nombre des vibrations n'est pas perçu par l'oreille comme nombre, et, par conséquent, peu importe que les mêmes différences de hauteur dans l'échelle des tons correspondent à des mêmes rapports numériques entre les vibrations exécutées dans le même temps par le corps sonore. Où donc a-t-il jamais été dit que nos sens doivent apprécier les causes excitantes extérieures dans leur essence absolue ? L'œil, quand il juge que le violet est différent du rouge, s'inquiète-t-il de savoir qu'un rayon violet exécute dans le même temps deux fois autant de vibrations qu'un rayon rouge ?

et pourtant c'est ce qui arrive. Et c'est aussi à la fois la cause de la différence du rouge et du violet, au point que, si l'œil pouvait se mouvoir à l'encontre d'un rayon rouge aussi vite que celui-ci se propage, ce rayon lui ferait l'effet d'être violet. Plus haut nous rappelions l'exemple d'un anneau gris que l'œil juge intermédiaire entre du noir et du blanc, et où se manifeste aussi la loi logarithmique; M. Hering nous défendrait-il d'argumenter de ce fait sous le prétexte que l'œil ne saisit pas les éclats d'après leur valeur numérique, 2, 8, 32, mais d'après les effets sentis ? Ce serait là, me semble-t-il, une prétention injustifiable.

Enfin M. Hering, continuant sa revue, mentionne les sens du goût et de l'odorat dont les indications n'ont été l'objet d'aucune expérience, et celui de la température que Fechner a essayé de soumettre à ses méthodes et à ses calculs, mais qui ne lui a fourni que des résultats incertains, obscurs et inutilisables.

Donc, conclut le critique, la loi de Fechner, inapplicable aux grandeurs extensives, inappliquée aux goûts, aux odeurs, à la chaleur, invraisemblable pour les sensations de poids et de sons, ne s'appuie en dernière analyse que sur les sensations lumineuses; et encore la sensation entre les accroissements de lumière réelle et ceux de lumière apparente peut s'expliquer physiologiquement sans recours à une loi psychophysique.

Le lecteur a pu constater que nous n'avons pu faire à cette conclusion sévère que quelques restrictions. A première vue, elles paraissent insignifiantes,

mais nous verrons bientôt qu'elles ont une importance capitale.

IV. Défaut de généralité et fausseté partielle de la loi de Weber.

M. Hering aborde enfin l'examen de la loi de Weber, et, recourant cette fois-ci, non pas seulement à l'observation, mais à l'expérience, il montre l'insuffisance des preuves sur lesquelles elle s'appuie et en met la fausseté partielle en évidence.

S'agit-il de grandeurs extensives, la loi ne s'est vérifiée que pour la mesure des distances par l'œil, car pour l'évaluation par le tact des différences dans les intervalles de deux pointes de compas, c'est presque le contraire de la loi qui s'est manifesté, les erreurs croissant plus lentement que les intervalles. Et enfin, quand on a mesuré la sensibilité pour l'évaluation du temps, on n'a pu mettre en lumière la proportionnalité requise.

Les recherches les plus importantes portent sur les grandeurs intensives. Si on les passe en revue, on voit que la loi logarithmique ne s'applique qu'aux sensations lumineuses et encore d'une façon imparfaite et dans des limites resserrées. Ce dernier point a été mis hors de doute par Helmholtz et Aubert. Je pense aussi que mes propres travaux ont contribué à ce résultat. On verra tantôt pourquoi je revendique ici ce mérite, si mince qu'il soit.

Les expériences faites sur le sens de la température n'ont pu réussir à cause des grandes difficultés

qui entourent leur réalisation. Pour les sensations de pesanteur, M. Hering crut devoir recommencer les essais de Weber. Il en chargea deux étudiants en médecine qui travaillèrent sous sa direction.

Ceux qui n'en font pas leur occupation ne se doutent guère combien ces sortes d'expériences sont longues et fastidieuses, et de quel dévouement envers la science et le professeur il faut être pénétré pour les entreprendre. Dans le cours de plusieurs semaines, de plusieurs mois peut-être, on doit, pendant de longues heures, soulever des poids, les apprécier par le sentiment, noter les résultats, et chaque fois s'assurer que l'on opère dans des conditions bien identiques. On recueille ainsi des milliers et des milliers de chiffres qu'il s'agit ensuite d'utiliser, de critiquer, de combiner pour en tirer une loi quelconque. Autrefois je me suis moi-même astreint à un pareil supplice pour éprouver ma formule de la fatigue, et je ne sais si je voudrais recommencer. Heureusement les professeurs allemands sont toujours sûrs de trouver parmi leurs auditeurs un grand nombre de jeunes gens prêts, dans l'intérêt de la science, à tous les sacrifices qui leur sont demandés. Ils commencent par faire l'office de manœuvres, mais plus tard ces manœuvres deviennent souvent des maîtres.

Donc, les étudiants Biedermann et Löwit ont construit trois grandes séries d'expériences portant sur les poids les plus variés et les mieux gradués. M. Hering remet à un autre temps la publication de ces séries, et pour le moment il se contente d'en détacher deux. Une conséquence en découle à l'évi-

dence : c'est que la loi de Weber n'est pas du tout exacte.

L'une d'elles comprend une suite d'expériences faites avec onze poids croissant par 250 grammes, depuis 250 grammes jusque 2750 grammes. Le poids additionnel qui amène une différence de sensation perceptible, et qui devrait, d'après Weber, être toujours la même fraction relative du poids fournissant la sensation, en est, au contraire, une fraction de plus en plus petite jusqu'à un certain moment où cette fraction se met à croître. Citons les chiffres : 1/21, 1/38, 1/58, 1/67, 1/78, 1/88, 1/92, 1/100, 1/114, 1/98. Fechner pourrait répondre à cela, ajoute M. Hering, qu'il faudrait ajouter à ces poids divers le poids du bras qui pèse en même temps; et, en effet, si l'on évalue ce poids à 1750 grammes, les résultats sont assez en harmonie avec la loi logarithmique. Mais on opéra ensuite sur des poids beaucoup plus petits, croissant depuis 10 grammes jusqu'à 500 grammes, et l'on trouva les fractions 1/14, 1/29, 1/42, 1/56, 1/65, 1/77, 1/69, 1/20. Il n'y a pas moyen ici de faire entrer le poids du bras en ligne de compte. D'ailleurs, d'autres séries obtenues par la chute des poids sur le bout des doigts préalablement soutenus n'ont en aucune façon confirmé la loi de Weber.

Voilà qui est grave assurément. Puis-je ajouter que j'ai toujours soupçonné la loi de Weber de n'être pas applicable dans une bien large mesure aux sensations dites de poids [1] ? En thèse générale, plus

[1] Voir *Étude psychophysique*, p. 24; *Éléments*, etc., p. 27.

un homme est chargé, plus dans un certain sens il est sensible à un léger accroissement de charge.

Je me rappelle maints voyages en Suisse et d'autres pays de montagnes, faits, sac au dos, avec des compagnons de route alertes et robustes. Il y avait pour tous un certain poids du sac au-delà duquel commençait la gêne. On échangeait les sacs pour quelques instants et on les comparait, et ces comparaisons aboutissaient généralement à des réformes. L'un supprimait une chemise, l'autre une fiole, un autre une pierre plus ou moins curieuse recueillie sur la route. Instruits par l'expérience, dans l'un des derniers voyages on porta son attention sur le poids des sacs vides, et tel se félicitait de posséder un sac plus léger de 200 grammes que les autres. Et que peuvent faire en apparence 200 grammes de plus ou de moins sur un poids de sept kilogrammes environ?

Sans songer toutefois à reprendre les expériences de Weber, je me suis demandé si elles étaient bien exactes, sachant combien l'expérimentateur est tenté de trouver dans ses essais précisément la loi qu'il recherche. Son désir agit à son insu sur la manière dont il obtient les nombres et dont il les fait figurer dans ses tableaux. Je n'ai donc été nullement surpris des résultats nouveaux dus aux travaux de M. Hering et de ses disciples. Je ne saurais pour l'heure les interpréter à ma complète satisfaction, mais je les crois plus susceptibles d'être compris rationnellement que ceux de Weber.

Dans ce qui concerne les sensations auditives, M. Hering distingue l'intensité où la loi se vérifie —

si l'on admet comme exacts les résultats des recherches de Fechner et de Volkmann — et la tonalité qui nous fournit des sensations qu'on ne peut caractériser ni comme intensives ni comme extensives.

La loi de Weber, dit pour conclure M. Hering, n'est qu'une hypothèse très incertaine; la proportionnalité requise ne se manifeste que pour les grandeurs extensives de l'espace et la force des sons; les exceptions étant plus nombreuses que la règle, celle-ci est à rejeter si l'on ne montre pas le pourquoi des déviations, et c'est ce qu'on n'a pas fait; cette loi, fût-elle vraie, ne servirait pas à établir la loi logarithmique de Fechner; mais, comme elle est fausse, celle-ci manque de base et de soutien, et avec elle tombe le principe psychologique sur lequel Fechner s'appuie pour scruter les rapports de l'âme et du corps.

Voilà résumé fidèlement le contenu de la brochure de M. Hering. Dans le cours de cet exposé, j'ai dû rarement élever quelque doute sur la rectitude de l'argumentation de l'auteur, et parfois j'ai cru même devoir renforcer ses objections. Je l'avoue cependant, je tiens à la loi de Fechner interprétée d'une certaine façon, mais si les faits d'expérience viennent la renverser, je serai le premier à en faire mon deuil, persuadé que la vérité est plus aisée à comprendre que l'erreur, et que l'acceptation de nombres ou de formules inexactes, nous jetterait plus tard dans des difficultés inextricables.

Dans un ouvrage où je faisais l'exposé des résul-

tats principaux de la psychophysique et de l'avenir qui lui était réservé, je concluais ainsi : « On ne doit pas cependant se le dissimuler. Les résultats auxquels nous sommes parvenu ne sont pas démontrés comme les vérités mathématiques ou certaines lois physiques. *Il faudrait pour cela que les méthodes suivies fussent de tout point irréprochables, que les expériences sur lesquelles on se base ne fussent point susceptibles d'une autre interprétation, que les faits recueillis daus les sciences naturelles ne fussent pas mélangés d'erreurs.* Mais ces méthodes, ces expériences, ces observations présentent quelque chose de saisissable à l'esprit; elles ont des caractères précis et positifs, et l'on ne peut avoir la prétention de les renverser ou de les contredire par un simple raisonnement métaphysique »[1]. En effet, quoi qu'il en doive advenir de la loi de Fechner et des nombreuses expériences sur lesquelles il l'a fondée, rien de tout cet immense échafaudage de matériaux ne dût-il rester qui puisse même servir à la science future, le nom de ce penseur illustre vivra à côté de ceux de tous les grands réformateurs, des Socrate, des Bacon, des Descartes, des Kant.

[1] *La Psychologie comme science naturelle, son présent et son avenir* (Paris, Germer Baillière; Bruxelles, Muquardt), p. 104.

DEUXIÈME PARTIE.

POSITION NOUVELLE DE LA QUESTION.

I. Limites et restrictions à apporter à la loi de Fechner.

Je vais donc essayer de sauver la loi logarithmique. Ce n'est pas, bien loin s'en faut, que je veuille entreprendre la défense du système de Fechner dans tous ses détails : il est de toute évidence que la question doit se poser autrement. D'ailleurs — oserais-je le dire en parlant d'un si grand homme ? — il y a peut-être quelques scories dans les produits de sa vaste intelligence, et M. Hering a, par ses travaux, fourni les moyens de les mettre à part et de s'en débarrasser.

Déjà, en 1865, j'avais été frappé de certaines contradictions, de certaines anomalies, de certaines absurdités même que présentait la loi logarithmique. Déterminé surtout par la théorie, qui se corroborait de certains faits d'observation journalière, je fis subir à la formule de Fechner deux corrections à mes yeux importantes, l'une au point de vue mathématique et physique, l'autre au point de vue physiologique. L'une et l'autre correction furent l'objet

d'expériences nombreuses qui en établirent la légitimité. Ces expériences portèrent sur les sensations de lumière et de fatigue.

Ce travail, qui aurait pu voir le jour en 1867 ou 1868, pour des raisons exposées en note, p. 50, ne fut publié qu'en 1873 [1]. J'ai écrit depuis, sur la même question, un mémoire qui a paru en janvier 1876 [2]. M. Hering n'a évidemment pas connu le premier écrit; et il ne pouvait naturellement connaître le second, quand il a entretenu l'Académie de Vienne de ses doutes et de ses recherches. Si je regrette cette circonstance, c'est que j'aurais voulu voir soumis à un critique aussi rigoureux et aussi perspicace, les résultats de mes travaux et de mes méditations, et si je mentionne le fait dans ces pages, c'est que je me vois obligé de reprendre l'exposé de mes vues, qui me semblent être restées hors de l'atteinte des coups adressés à Fechner, et seules se trouver aptes à donner de la loi logarithmique une interprétation rationnelle et satisfaisante.

La loi de Fechner, disais-je dans l'*Étude psychophysique*, est insoutenable au point de vue mathé-

[1] *Étude psychophysique*, etc. Voir mes *Éléments de psychophysique générale et spéciale*, p. 56.

[2] *Théorie générale de la sensibilité*, Mémoire contenant les éléments d'une solution scientifique des questions générales relatives à la nature et aux lois de la sensation, à la formation et au rôle des organes des sens, a l'action de la sensibilité sur le développement physique et intellectuel de l'individu et de l'espèce (Bruxelles, Muquardt, 1876). Voir les *Éléments*, etc.

matique. Elle entraîne des conséquences absurdes, et la manière dont elle est établie ne procure pas à l'esprit une idée bien nette de ce que peut être la quantité d'une sensation, ni comment, par conséquent, elle peut être représentée par un nombre [1].

D'un autre côté, les résultats théoriques de cette loi étaient en contradiction avec les faits. Toute autre considération mise à part, elle ne pouvait avoir qu'une exactitude approximative, et encore entre certaines limites. Comme il a déjà été dit, la loi conduisait notamment à cette conséquence que la lecture d'un écrit devait être également facile à tous les degrés de lumière, par le clair de lune, pendant le jour, en plein soleil.

Il se présentait un premier moyen de parer à une partie de ces inconvénients : c'était d'ajouter à l'excitation extérieure l'excitation physiologique des organes. Toute excitation extérieure agit sur l'âme en se transformant en excitation physiologique; ce n'est pas la lumière qui affecte l'âme, mais la modification du système nerveux, de la

[1] Ces obscurités de la formule avaient frappé un spirituel mathématicien français, M. J. Tannery, qui publia, sans se nommer, ses objections dans la *Revue scientifique*. M. Wundt et moi nous lui avons répondu; il répliqua, je ripostai, et la polémique en resta là. Cependant, bien que j'aie essayé de faire bonne contenance, mon contradicteur a dû se dire que je lui donnais raison sur les points principaux (voir année 1875, nos des 13 mars, 24 avril et du 15 mai). Cette correspondance est reproduite dans mes *Éléments de psychophysique*, etc., p. 109 et suiv.

rétine, si l'on veut, sous l'action de la lumière. Mais la rétine n'est pas en elle-même une surface inerte; avant qu'elle reçoive l'action des rayons lumineux, elle est déjà soumise à une action physiologique, résultat de la vie même de l'individu; l'action physiologique produite par la lumière extérieure vient *s'ajouter* à cette cause interne, et c'est leur somme qui doit être considérée comme la véritable source de la sensation. Cette simple addition faisait disparaître une grande partie, sinon la totalité, des difficultés purement mathématiques, et expliquait la fausseté de la loi dans les limites inférieures (au moins pour la lumière), et de plus ses irrégularités dans les limites moyennes.

M'occupant ensuite de l'insuffisance de la loi aux limites inférieures, je disais ceci en substance : « Toute excitation, outre qu'elle procure une sensation, a pour effet d'altérer l'organe, de sorte qu'une excitation subséquente tombe, non sur le même organe, mais sur un autre organe plus ou moins affaibli. On conçoit, dès lors, que l'excitation croissant, l'organe se paralyse de plus en plus, et se trouve, à un certain moment, tout à fait incapable de réagir. Donc, parallèlement à la loi de la sensation et concurremment avec elle, doit intervenir une autre loi, la loi de la fatigue et de l'épuisement. »

Cette dernière loi a une physionomie toute différente de la première. Pour que les accroissements de sensation soient égaux, il faut que les accroissements d'excitation soient de plus en plus grands, tandis que, pour qu'il y ait égalité entre les accroisse-

ments de fatigue, au contraire, les accroissements de travail doivent être nécessairement de plus en plus petits. La fatigue croît donc plus vite et la sensation moins vite que l'excitation. L'homme qui fait l'ascension d'une montagne se fatigue bien plus pour le millième mètre que pour le premier, et cependant ce n'est toujours qu'un mètre à gravir.

Cela posé, il n'était pas difficile de faire voir que toute sensation est mélangée d'un certain sentiment correspondant à l'état de l'organe. Ainsi, quand la lumière est trop vive, outre la sensation lumineuse, l'œil éprouve une impression de gêne et de malaise. De même les sensations de chaleur tendent à se transformer en douleur, et l'on peut en dire autant de l'effet des autres excitants tels que les odeurs, les saveurs, les bruits, etc. J'ai recherché en conséquence quelles étaient les conditions normales de l'exercice de la sensibilité, et j'ai trouvé par le calcul que la sensation est à son maximum de pureté, quand l'excitation se maintient autour d'une valeur moyenne comprise entre le minimum, qui est sa seule excitation physiologique, et le maximum, qui amènerait la destruction de l'organe. Cette conclusion est conforme à ce que le bon sens admettrait *à priori*.

En principe, Fechner ne repousse pas ces corrections. Il pense que, pour les limites inférieures, il est nécessaire d'ajouter ce qu'il appelle la lumière propre de l'œil, et que par là on expliquerait les déviations de la loi; et quant aux perturbations que manifeste la loi aux limites supérieures, elles seraient dues à ce que l'organe se blesse. Mais, en dehors

de ces deux causes, les causes fortuites seules donnent lieu aux anomalies que l'expérience vient parfois constater.

Pourtant il y a de ces prétendues anomalies tellement constantes et générales, que force nous est bien de ne pas nous contenter d'une explication aussi sommaire. C'est ce que j'ai mis en évidence par une expérience que tout le monde peut aisément répéter.

Supposons[1] un secteur de carton blanc tournant rapidement devant un fond noir, il nous donnera l'image d'un cercle grisâtre ayant un certain éclat. Découpons ensuite ce carton de manière à ce qu'autour du centre qui conserve ce même éclat, se dessinent deux anneaux plus sombres, mais tels que l'intérieur paraisse être d'un gris justement intermédiaire entre le gris du centre et celui de l'anneau extérieur; en d'autres termes, de manière que les deux contrastes soient estimés sensiblement égaux. Si l'on mesure les quantités de lumière réelle renvoyées par ces trois teintes, elles se trouvent être à peu près en progression géométrique, par exemple : 32, 8, 2, ou bien 100, 20, 4. On juge de cet effet, je suppose, à la lumière d'une bougie placée à une certaine distance de l'appareil. Or, si l'on vient à éloigner ou à rapprocher la bougie, c'est-à-dire à diminuer ou à augmenter dans la même mesure les éclats respectifs des teintes, sans modifier en rien leurs rapports qui restent 32, 8, 2, ou

[1] Voir, pour les détails de cette expérience, *Éléments de psychophysique générale*, etc,. p. 72 et suiv.

bien 100, 20, 4, l'éclat de l'anneau intermédiaire tend à rejoindre celui de l'extérieur ou du centre. Par conséquent, pour obtenir, à ce nouveau degré de lumière, l'égalité des contrastes, il faudrait modifier la coupe du carton.

Il y a donc un degré de clarté qui est le plus propre à nous faire sentir chaque opposition donnée d'ombre et de lumière. Helmholtz lui-même avait déjà appelé l'attention sur ce fait que certaines photographies des chaînes alpestres ne laissent apercevoir les ombres légères indiquant le modelé de la neige sur les hautes cimes que si on les examine à la lumière d'un jour bien pur. Et d'ailleurs, en nous bornant simplement aux faits journaliers, est-ce que, le soir, il ne nous arrive pas bien souvent d'agrandir ou de modérer la flamme de notre lampe de travail? et les animaux nocturnes ne voient-ils pas à la lueur du crépuscule ou à la lueur plus faible encore de la nuit la proie qu'ils sont incapables de distinguer en plein soleil?

La loi de Fechner ne pouvait donc avoir qu'une portée approximative et encore entre certaines limites.

II. Lois de la sensation. Signification de la loi de Fechner.

Le second mémoire aborde un ordre de considérations plus générales.

Quand on entre dans un bain ou trop chaud ou trop froid, tout le monde a pu le remarquer, la sensa-

tion désagréable est le plus vive au premier instant, mais ce que l'impression a de pénible ne tarde pas à s'effacer. De même si, au milieu du jour, on pénètre dans une cave éclairée par une simple bougie, c'est tout au plus si on commence par en voir la faible lueur, puis l'on finit par s'y accoutumer au point que non-seulement on distingue parfaitement la bougie, mais les objets que l'on a autour de soi. Si après cela on revient à la lumière, on éprouve un véritable éblouissement, et il se passe de nouveau un certain temps avant qu'on y soit de nouveau familiarisé. La sensation n'a donc pas une intensité constante, bien que l'excitation reste constante; elle varie d'instant en instant par suite de l'accommodation de l'organe à la cause extérieure qui agit sur lui.

Les divers sens s'adaptent plus ou moins vite à l'excitation qu'ils reçoivent; mais on conçoit, sans plus de commentaire, combien ces conditions rendent difficile la vérification de la loi de Fechner dans sa pureté. S'il s'agit de lumière, on a à chaque instant devant soi, pour ainsi dire, un autre œil, parce qu'il se modifie suivant la quantité de rayons qui l'impressionne, et qu'il peut même se fatiguer ou se blesser, comme il a été dit, si l'excitation sort de certaines limites. Si, dans mes expériences, la loi s'est vérifiée de manière, peut-on dire, à la mettre hors de doute, c'est qu'elles avaient lieu à des lumières sensiblement les mêmes, peu propres à fatiguer l'œil, et dans des conditions, autant que possible, identiques. Et encore ne pouvait-on se mettre complètement à l'abri de circonstances perturbatrices.

En même temps les sensations de chaleur et de froid m'ont suggéré une série de réflexions beaucoup plus graves, parce qu'elles intéressaient mes formules et les accusaient d'impuissance. Le sens de la température a ceci de particulier qu'il fournit deux espèces de sensations opposées, celles de chaud et de froid, selon que la température qui vient agir momentanément sur lui est plus ou moins élevée que celle à laquelle il s'est accommodé. On éprouve une sensation de chaleur si l'on verse un peu d'eau chaude dans un bain trop froid ; c'est au contraire une impression de froid qu'on ressent si l'on mêle un peu d'eau froide à un bain même beaucoup trop chaud. Comme il y a de sérieuses difficultés à admettre qu'il y ait un agent du froid et un agent du chaud, force m'a été de remanier à cet égard toute la théorie de la sensibilité. Entrant dans une nouvelle voie, et faisant subir une modification profonde à la notion de l'excitation physiologique et du maximum de pureté de la sensation, j'ai dégagé les trois lois suivantes qui dominent tous les phénomènes de sensibilité proprement dite.

1° *Loi de la dégradation de la sensation.* La sensation va en s'affaiblissant à mesure que l'excitation supposée constante continue à agir. Quand on plonge la main dans l'eau, la première sensation de chaud ou de froid est la plus vive; quand on quitte un lieu éclairé pour un autre, d'un jour différent, l'impression d'éblouissement ou d'offusquement ne dure qu'un temps assez court; si l'on passe du bruit au silence, ou du silence au bruit, l'étonnement de

l'oreille disparaît au bout de quelques instants ; on s'accoutume à une atmosphère chargée de particules odorantes, etc.

Ce phénomène d'affaiblissement ou de dégradation est dû à ce que la matière nerveuse tend à se mettre à l'unisson avec la matière excitante. On peut conclure de ce fait général que la sensation est due à une différence d'équilibre entre la force propre de l'organe, son état vibratoire momentané, et la force propre, l'état vibratoire de la matière excitante. La sensation peut donc revêtir deux caractères opposés suivant que l'excès de force est extérieur ou intérieur. On sent le chaud, si la température ambiante vient augmenter le mouvement moléculaire actuel de la peau, et le froid, dans le cas contraire.

2° *Loi de progression entre la quantité d'excitation et la quantité de sensation correspondante.* L'expérience—du moins pour certains ordres de sensation, la lumière notamment — établit que, pour obtenir entre l'état actuel de la sensibilité et celui qui lui succède des contrastes sensibles égaux, il faut que les quantités d'excitation aillent progressivement en augmentant ou en diminuant ; et cette progression, dans son aspect général, est géométrique.

Or, si nous cherchons à pénétrer la nature de cette loi, l'analogie nous met sur la voie. La substance nerveuse peut très légitimement être assimilée à un corps élastique dont les molécules affectent *naturellement* une certaine position d'équilibre. L'excitation vient les tirer de cette position, et elles lui opposent une certaine résistance. Elles finissent cependant par céder et par s'adapter à l'état du

milieu ambiant. C'est cette adaptation, en général assez rapide, qui produit le phénomène de dégradation dont il vient d'être parlé. Elles adoptent un état d'équilibre statique *momentané*. La sensation est proportionnelle à l'écart obtenu. Si maintenant on veut effectuer un nouvel écart égal, on conçoit sans peine que la résistance a nécessairement augmenté, et qu'on doit par conséquent faire croître l'excitation d'une quantité plus considérable que la première fois, et ainsi de suite. Si, par exemple, je presse sur un piston pour diminuer le volume d'un gaz renfermé dans un cylindre, et si je vise à obtenir une diminution constante, il va de soi — l'expérience et le calcul le prouvent d'ailleurs — que mes efforts doivent aller en croissant avec une rapidité beaucoup plus grande que celle que met le volume à se contracter. Or, il se trouve précisément que la loi qui règle les rapports du travail de compression et de la diminution de volume est identique à la loi de Fechner, telle qu'elle peut se formuler à la suite des modifications que je lui ai fait subir. La sensation serait donc proportionnelle au travail de l'excitation.

L'observation journalière vient d'ailleurs confirmer cette théorie. En chemin de fer, il faut élever la voix pour se faire entendre de son voisin. Et, en passant même à des faits d'une analogie plus éloignée, est-ce qu'on ne s'habitue pas tellement vite aux excitants alcooliques ou narcotiques qu'il faut progressivement en augmenter la dose? Ceci dit pour le moment, afin de repousser *à priori* le reproche d'invraisemblance adressé à la loi de Fechner.

3° *Loi de la tension ou de l'altération de la sensation.* La substance nerveuse, venons-nous de voir, résiste de plus en plus à l'action extérieure à mesure que l'écart entre son état d'équilibre momentané et son état d'équilibre naturel vient à s'accroître. Mais cette faculté de résistance a ses limites; celles-ci atteintes, les forces qui relient entre elles les molécules sont détruites, et la substance est anéantie dans ses propriétés. C'est que pour tout corps élastique il y a un point où l'élasticité est rompue. La tension est en soi un état anti-naturel qui a pour corrélatifs psychiques la gêne, la peine, la douleur, la souffrance, la destruction. Et, en retour, quand la tension diminue, on éprouve satisfaction, plaisir, volupté, renaissance. Le bien-être se trouve dans les environs de l'absence de tension. Il existe, par conséquent, une certaine température qui nous convient le mieux et où nous nous mouvons le plus à notre aise. Il est un certain degré de lumière favorable à l'œil et qui lui permet d'apercevoir facilement les plus petites différences; il y a un certain état de la pression atmosphérique qui est le mieux approprié à la vie de nos organes; une certaine composition des liquides de la bouche qui produit la vraie satisfaction des organes du goût; et certes aussi, une certaine somme de bruit qui plaît à l'oreille et qui est également éloignée du tapage assourdissant et du silence de la solitude absolue.

Le sentiment correspondant à la tension croît de plus en plus vite à mesure que l'organe s'éloigne de son état d'équilibre normal. Il suit à cet égard une loi opposée à la précédente. Quelle est au juste

cette loi? C'est ce qui est difficile à dire actuellement, mais il n'y a aucune impossibilité à la découvrir par l'expérience [1].

A la sensation vient donc toujours se mêler, dans un degré plus ou moins marqué, un phénomène de tension, et c'est la raison pourquoi elle s'altère dans sa qualité. La sensation de chaleur, à mesure qu'elle croît, se transforme peu à peu en douleur. C'est que la tension augmente rapidement et masque la sensation. La sensibilité générale entre en scène et repousse à l'arrière-plan les sensibilités particulières [2].

C'est à la lumière de ces principes que je vais maintenant reprendre une à une les objections de M. Hering, les résoudre en partie, ou en faire voir la légitimité et la vérité.

[1] J'ai fait de nombreux essais dans cette direction, et à la fin de mon *Étude psychophysique* je fais connaître les difficultés sans nombre que j'ai rencontrées. J'ai pourtant formulé une loi, plus ou moins plausible, plus ou moins grossièrement vérifiée par ces essais. Mais, quoi qu'il en soit, la formule véritable doit avoir une physionomie analogue à celle que je lui ai assignée. (Voir *Éléments*, etc., p. 92 et suiv.)

[2] Voir note à la fin du volume.

TROISIÈME PARTIE.

RÉPONSE A M. HERING.

I. Base réelle de la loi logarithmique.

Je reprendrai tout d'abord la confusion signalée par le savant professeur de Prague entre des sensations d'ordres complètement différents; ce qui fait qu'on a gâté une cause bonne peut-être, en la défendant par des arguments parfaitement attaquables. Examinons, par exemple, l'un de ces arguments dont M. Hering ne s'est pas occupé et que les psychophysiciens développent avec complaisance. D'après Laplace, la fortune morale ne croît pas proportionnellement à la fortune physique. Pour que celle-là augmente suivant une progression arithmétique, il faut que celle-ci croisse suivant une progression géométrique.

Si 100 francs de gain font un certain plaisir à celui qui possède 100 000 francs, ils feront 10 fois plus de plaisir encore à celui qui n'en a que 10 000. Si quelqu'un voit donc tous les jours sa fortune augmenter de 100 francs, la satisfaction qu'il en éprouvera ira en diminuant, parce que le gain relatif est tous les jours moindre. Pour que le contentement fût toujours le même, il faudrait que les accroissements partiels du capital fussent de jour en

jour progressivement plus considérables. On a vu là une confirmation de la loi logarithmique de la sensation. Mais quel rapport y a-t-il entre ces considérations toutes de théorie, toutes fantaisistes sur la fortune morale et physique, et des faits réels, vivants, palpables? Cette loi de Laplace est ingénieuse, sans doute, mais correspond-elle à la réalité? c'est là une chose tout à fait incertaine, et qui paraît même improbable [1]. C'est une application toute abstraite des mathématiques. Mademoiselle de Launay, dans ses Mémoires, parle d'un jeune homme qui lui donnait souvent la main pour la reconduire le soir à son couvent : « Il y avait, dit-elle, une grande place à passer, et dans les commencements il prenait son chemin par les côtés de cette place. Je vis alors qu'il la traversait par le milieu : d'où je jugeai que son amour était au moins diminué de la différence de la diagonale aux deux côtés du carré [2]. » Le rapprochement est spirituel, mais il n'y a pas là en germe un moyen bien précis de mesurer l'amour.

Or, à mon sens, on met une confusion regrettable et dans les choses et dans les mots, en venant parler de sensations de temps et de sensations d'étendue,

[1] Que de fois, comme à tous les voyageurs sans doute, il m'est arrivé, en Italie, après avoir donné plusieurs francs de bonne main aux conducteurs ou aux guides, de les voir me réclamer un supplément, et lorsque je les gratifiais d'un léger surplus, ne fût-ce que d'un sou, ils s'en montraient on ne peut plus satisfaits.

[2] Villemain, Tableau du XVIIIe siècle, 1827, onzième leçon.

et d'inventer pour les désigner le terme de sensations extensives [1]. Je m'étonnerais fort que la loi logarithmique leur fût applicable, et, si même elle l'était, je ne pense pas qu'elle fût susceptible de la même interprétation que celle qu'on lui donne quand il s'agit des sensations de lumière et de son, de température et de goût. Comment, en effet, mesurons-nous l'étendue? S'il est question, par exemple, de la distance entre deux localités, je ferai le trajet, et le nombre de mes pas ou le temps que j'aurai mis à le parcourir m'en fournira une mesure suffisante. Pour que cette mesure soit relativement exacte, il ne faut évidemment pas que la distance dépasse mes forces, car je pourrais estimer la dernière lieue au double ou même au triple de la réalité. Il va de soi que cette évaluation doit se faire dans des conditions à peu près égales depuis le début jusqu'au terme du chemin. L'étendue s'est donc mesurée par le mouvement, et le mouvement c'est la manifestation extérieure du déploiement de la force.

Je ne veux pas reproduire ici l'explication que j'ai donnée [2] de l'origine en nous de la notion du mouvement : cela m'entraînerait trop loin. Je rappelle seulement que j'ai fait voir comment de la

[1] Bien mieux, j'avais déjà, dans mon *Étude psychophysique*, p. 7, fait remarquer que le terme de *sensation de fatigue* était impropre, que la fatigue était l'objet d'un sentiment, et que, si je m'exprimais parfois autrement, et notamment dans le titre même de l'œuvre, c'était pour simplifier le langage.

[2] Voir *Éléments*, etc., p. 222 et suiv.

notion du mouvement dérivent celles de durée, de temps, de vitesse, de distance, de direction, de situation, d'espace et de forme, toutes notions auxquelles j'ai donné le nom de cinématiques. J'ai montré aussi que la source de toutes ces notions se trouve dans la motilité, c'est-à-dire dans la faculté que nous possédons, ainsi que les autres animaux, de nous mouvoir en ayant le sentiment de l'effort que nous déployons à cet effet; c'est ce qu'on désigne parfois par un mot moins exact parce qu'il n'est pas assez général, celui de sens musculaire.

D'un autre côté je crois avoir prouvé que l'œil [1], quand il nous donne la connaissance des attributs cinématiques des objets, c'est-à-dire, si l'on veut, quand il sert d'organe au sens de l'étendue, doit être envisagé uniquement comme appareil musculaire. Il m'est impossible de refaire ici cette démonstration que, jusqu'à preuve du contraire, j'ai toujours jusqu'à présent regardée comme péremptoire. Quand donc l'œil cherche à apprécier la longueur d'une droite, il procède à la façon du piéton qui parcourt un chemin déterminé et qui en évalue la longueur en comptant ses pas et sa fatigue. S'il

[1] *Notes sur les illusions d'optique* (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e série, tome XIX, n° 2, et tome XX, n° 6. Voir aussi *la Psychologie*, etc., p. 64 et suiv.). La démonstration abrégée, que j'ai donnée dans ce dernier ouvrage, a été reproduite en grande partie dans l'article que feu M. Dumont a consacré à mes travaux (voir la *Revue philosophique*, n° de novembre 1876, p. 475 et suiv.), ainsi que dans la *Revue scientifique*, n° du 20 janvier 1877.

s'agit d'une distance en profondeur, l'œil nous fournit une indication précieuse dans l'effort de convergence des deux axes optiques et dans l'effort dit d'accommodation. C'est sur cette indication que nous évaluons cette distance. Si parfois l'œil semble juger d'un seul coup les longueurs et les formes, c'est en vertu d'un souvenir et d'une habitude depuis longtemps acquise, ou même d'un instinct, c'est-à-dire d'une habitude héréditaire. C'est ainsi que les jeunes poulets se jettent dès leur naissance sur le grain qu'on leur présente, et que les jeunes veaux et les jeunes chèvres sautent dans l'étable, sans jamais se heurter contre les objets qui s'y trouvent.

Ces points établis, on conçoit parfaitement bien pourquoi la loi logarithmique n'a rien à voir avec les grandeurs dites extensives, c'est-à-dire avec les attributs cinématiques. Ces grandeurs sont perçues par la conscience dans leurs rapports réels, parce que, en règle générale, les efforts déployés pour les mesurer leur sont proportionnels[1]. Il n'y a donc pas lieu de parler d'images sur la rétine, ni de lois de convenance, pas plus que de se lancer dans des considérations téléologiques pour expliquer cette proportionnalité.

Avant d'aborder les notions auxquelles j'ai donné le nom d'esthétiques — j'appelle ainsi les qualités sensibles que nous attribuons aux objets, tandis

[1] Pour ce qui regarde le jugement sur la distance de deux pointes de compas qu'on promène sur les différentes parties du corps, voir *Éléments*, etc., p. 244 et suiv.

qu'elles appartiennent plutôt à notre manière de sentir [1] — j'ai à m'expliquer sur l'attribut de pesanteur.

Antérieurement à la brochure de M. Hering, mon attention n'avait jamais été arrêtée sur la nature de cet attribut, et bien que, par l'effet du hasard peut-être, je ne l'aie rangé ni parmi les notions cinématiques ni parmi les qualités sensibles, je le rattachais cependant d'une façon assez inconsciente à ces dernières. J'étais certainement influencé en cela par les recherches de Weber et la loi découverte par lui concernant ce qu'il appelait les sensations de poids. Comme je l'ai déjà dit, j'avais toutefois certains doutes sur la légitimité absolue de cette loi en tant qu'appliquée à cet ordre de sensations. Les travaux de M. Hering m'ont réveillé de mon sommeil dogmatique. Sans contredit, les sensations dites de poids se rattachent à la motilité.

Considérons en effet une simple fibre musculaire. Supposons qu'on la fixe par l'une de ses extrémités, et qu'à l'autre extrémité on suspende un poids; elle sera tiraillée, allongée, et il va en résulter pour elle une sensation motile. En quoi cette sensation diffère-t-elle de celle que nous procure la contraction de nos muscles lorsque nous nous mouvons? en ce qu'ici la modification musculaire est voulue tandis que l'allongement de la fibre par le poids se produit sans participation de la volonté, et qu'on doit combattre cet allongement, ce relâchement

[1] Le mot *esthétique* est donc pris dans son sens étymologique. Kant s'en sert à peu près dans la même signification.

par une contraction volontaire. La lutte nécessite un effort, et l'effort me permet d'apprécier, de mesurer la résistance. Qu'à la place d'une fibre musculaire, on mette un faisceau de fibres musculaires, le raisonnement reste identique. Il est dès lors naturel que j'évalue plus ou moins approximativement le rapport de deux poids, et qu'un surcroît de 10 kilogrammes m'apparaisse comme à peu près toujours le même, qu'il vienne s'ajouter à 2 ou à 20 kilogrammes. La notion de pesanteur doit donc se ranger parmi les notions cinématiques.

Je devrais encore m'expliquer maintenant sur la notion de pression. Cette notion est très-complexe. A certains égards, elle se rattache aux notions cinématiques, puisque je juge si un corps est mou ou dur suivant la résistance qu'il offre à la pénétration [1]. D'autre part, on éprouve, ce me semble, une sensation véritable et nettement caractérisée quand un corps plus ou moins lourd presse, par exemple, la main posée sur un plan. S'il en est ainsi, le poids est parfois une qualité esthétique de l'objet. Je me contente ici d'énoncer mes perplexités et mes doutes. Je conçois que, d'un côté, Weber ait trouvé dans ces sortes de sensations la confirmation de sa loi; et, d'un autre côté, je ne m'étonnerais pas si de nouvelles expériences amenaient d'autres résultats.

Voilà donc la loi logarithmique débarrassée de cette escorte de grandeurs extensives qui l'ont obscurcie au point qu'elle en était devenue méconnaissable. Il va maintenant nous être plus facile de la soustraire aux autres attaques dirigées contre elle.

[1] Voir *Éléments*, etc., p. 24.

II. Vraisemblance de la loi logarithmique.

Les sensations proprement dites sont celles de lumière, de son, de température, de goût et d'odeur (et de pression ?). Dans les sensations, du moins dans certaines d'entre elles, on peut considérer l'élément quantitatif et l'élément qualitatif. L'élément quantitatif des sensations lumineuses provient de l'éclat, tandis que l'élément qualitatif est fourni par la couleur. Le volume, la force du son est sa quantité, et le timbre est sa qualité. Je discuterai plus loin le caractère de la tonalité. Les sensations de température semblent ne se distinguer entre elles que sous le point de vue de l'intensité ; il en est de même de celles de pression.

A quoi est due la qualité d'une sensation ? nous n'avons pas à examiner à fond cette question. Remarquons seulement que cette qualité pourrait être due à une réaction spécifique de la substance nerveuse (hypothèse de Young sur la composition de la rétine), et qu'elle peut tenir aussi à une certaine combinaison de sensations simples mélangées dans divers rapports d'intensités (timbre). La loi logarithmique s'applique principalement à l'élément quantitatif de la sensation, en d'autres termes, la sensation choisie pour l'expérimentation de cette loi, est censée rester monochrome et ne pas changer de nature quand l'intensité de la cause extérieure se met à croître [1].

[1] Voir cependant plus loin, p. 59, ce que nous disons en note touchant les contrastes des couleurs.

Toute sensation résulte d'un contraste : l'uniformité complète, absolue, nous laisse indifférent [1]. J'éprouve, par exemple, une sensation calorique lorsque, étant accommodé à une température t au point de n'avoir ni chaud ni froid, elle vient brusquement à changer et devient t'. Le désaccord qui existe entre l'état de mon corps et celui que tend à produire le milieu ambiant donne lieu à la sensation, et celle-ci persiste en s'affaiblissant tant que le désaccord subsiste. Si j'étais dans une atmosphère uniformément lumineuse, si mon corps lui-même participait à cet éclat et était, par conséquent, complètement transparent, si mon œil n'avait pas de paupières ni d'iris, je n'aurais pas de sensation de lumière, et je ne commencerais à voir que du moment où il se produirait un changement d'éclat dans cette atmosphère. Si donc notre œil a des sensations de lumière, c'est parce que les objets qui l'entourent présentent des oppositions et que, considérant d'abord l'un de ces objets, il se met plus ou moins à l'unisson avec l'intensité des rayons qui en émanent, puis qu'ensuite il dirige ses regards sur un autre point de l'espace d'où jaillissent des rayons en quantité différente.

On pourrait de même soutenir — et l'observation vient au surplus corroborer cette manière de voir — qu'une oreille accoutumée à un bruit continu et constant ne l'entendrait pas du tout, de même que le chimiste ne s'aperçoit pas des odeurs de son laboratoire.

[1] Voir *Éléments*, etc., p. 18 et suiv.

Or, si nous représentons par p l'intensité de la cause extérieure correspondant à un certain état d'équilibre de l'organe sensible, et si cette intensité variant devient p', la loi de Fechner, modifiée dans sa formule comme il a été indiqué plus haut, donne pour l'intensité de la sensation correspondant à cette variation l'expression $k \log \frac{p'}{p}$ ou, puisque nous ne nous adressons pas à des mathématiciens, $\log \frac{p'}{p}$; ce qui veut dire que la cause excitante ayant crû dans le rapport de p à p', par exemple, de 27 à 36, la sensation est proportionnelle au logarithme de ce rapport, soit le logarithme de 4/3 [1].

Cependant l'organe soumis à l'action de la cause d'intensité p', va s'accommoder peu à peu au nouvel état qu'elle tend à lui imprimer, la sensation ira en s'affaiblissant, en se dégradant, parce que, de l'état correspondant à 27, il passera successivement à des états correspondant à 28, 29, 30, etc.; et qu'il arrivera en fin de compte à l'état correspondant à l'intensité 36. Alors la sensation cesse parce que l'équilibre est établi; le rapport $\frac{p'}{p}$ est devenu $\frac{p'}{p'}$ ou égal à 1, et chacun sait que le logarithme de l'unité est égal à 0.

Or, quand l'organe est dans cet état, quand la sensation est égale à $\log \frac{p'}{p'} = 0$, si j'introduis un

[1] J'ai dit de cette formule (*Éléments*, etc., p. 172) qu'elle me paraissait destinée à remplacer celle de Weber.

nouveau contraste, en élevant l'intensité de la cause extérieure de p' à p'', la sensation sera proportionnelle à $\log \frac{p''}{p'}$. Et si je veux que cette sensation soit égale à la précédente, il sera nécessaire que j'aie $\frac{p''}{p'} = \frac{p'}{p}$. Dans l'exemple choisi, il faudra que p'' soit égal à 48, car $48/36 = 36/27 = 4/3$. Le contraste était d'abord produit par une différence $36 - 27 = 9$; un contraste équivalent exige maintenant une différence $48 - 36 = 12$.

L'organe va de même s'habituer à la cause p'' ou 48; et quand l'adaptation sera complète, pour obtenir une nouvelle sensation égale à la première, je devrai avoir $\frac{p'''}{p''} = \frac{p''}{p'}$; soit : $64/48 = 48/36 = 4/3$, c'est-à-dire que, cette fois-ci, pour réaliser le contraste, il aura fallu une différence $64 - 48 = 16$.

Ces différences, 9, 12, 16..., comme on le voit facilement, vont en croissant suivant une progression géométrique dont la raison est 4/3. Si l'on avait fait le raisonnement inverse, si l'on avait diminué l'intensité de la cause extérieure, ces différences auraient également décrû suivant une progression géométrique.

Comme on l'a dit plus haut, il n'y a là rien que de très vraisemblable et de très rationnel *à priori*. J'aborderai plus loin le côté téléologique de la question.

III. Suffisance provisoire des preuves apportées à l'appui de la loi logarithmique.

L'expérience vient-elle maintenant vérifier cette loi? Pour les sensations de lumière, oui. Si l'on construit une série d'anneaux concentriques passant du blanc au noir, de telle façon que, pour une lumière moyenne, les contrastes entre deux anneaux voisins soient tous égaux, les *différences* entre les éclats des anneaux suivent une progression géométrique.

Cette particularité remarquable ne peut s'expliquer par le jeu de l'iris ou des paupières, comme nous l'avons fait voir plus haut. Quant aux anomalies, voici comment elles s'expliquent.

Si, en effet, l'on augmente ou diminue sensiblement la lumière qui éclaire les anneaux, les contrastes cessent d'être égaux. Dans le premier cas, les contrastes des anneaux clairs et, dans le second, ceux des anneaux obscurs tendent à devenir moins marqués. Ce phénomène caractéristique rend insoutenable l'interprétation donnée à sa loi par Fechner; car, si elle était exacte, quelle que fût la lumière, les contrastes devraient être égaux quand les éclats des divers anneaux suivent une progression géométrique. Cette variation provient de la résistance que manifeste l'œil à se mettre à l'unisson d'un éclat trop vif ou trop faible (loi de l'altération ou de la tension). Plus l'œil est écarté de son état d'équilibre naturel, c'est-à-dire, plus la lumière s'éloigne de ce terme moyen qui correspond à cet équilibre, plus

les contrastes perdent en vivacité apparente; et c'est pourquoi, quand la lumière augmente, les contrastes clairs s'affaiblissent, et que, quand au contraire elle diminue, ce sont les contrastes obscurs qui perdent de leur netteté. En dehors donc d'un certain champ d'équilibre naturel, l'œil devient moins apte à juger des oppositions; et c'est ce qui fait qu'il est difficile de lire à un trop grand jour comme à une trop grande obscurité, et que de faibles ombres ne peuvent être vues que sous une lumière donnée comme dans les photographies alpestres signalées par Helmholtz.

Nous devons ici faire une observation capitale. Fechner lui-même l'avait déjà indiquée [1]. S'il y a une loi ou plusieurs qui règlent les rapports de l'âme et du corps, de la sensation et de l'excitation, et, en général, de deux ordres de phénomènes quelconques, chacune d'elles, prise à part, est absolue, indépendante, inconditionnée. Les effets peuvent être à l'arrière-plan, mais ils n'en existent pas moins. Il n'y a pas lieu de voir une restriction à la loi de la gravitation universelle, dans certains faits, par exemple, que, quand la distance des molécules est très petite, ou qu'on gonfle sous l'eau une vessie, les forces répulsives viennent la contrecarrer. Les lois de Gay-Lussac et de Mariotte n'en sont pas moins vraies d'une vérité pleine et entière, bien que, en dehors de certaines limites, leur exactitude paraisse en défaut. Bien mieux, elles ne se mani-

[1] Voir ses *Éléments de psychophysique*, II, 435.

festent jamais dans leur simplicité théorique, par la raison, comme on dit, qu'il n'y a pas de gaz parfait.

Il ne faut donc pas s'attendre à voir se vérifier expérimentalement avec une précision mathématique soit la formule de Fechner, soit la mienne, soit toute autre formule analogue; car on n'opère pas sur un œil abstrait, sur une oreille sans corps, sur des fibres musculaires isolées. Des perturbations sont inévitables. Et encore ce mot de perturbations est mal choisi; ce que nous nommons ainsi est un effet nécessaire, mais dont nous ignorons la cause. Des irrégularités, des déviations, des exceptions même ne suffisent donc pas pour faire rejeter une loi; cependant il faut les noter et en tenir compte, parce qu'elles sont tout au moins les indices de l'action d'autres lois. Les prétendues anomalies sont les manifestations de lois cachées et, à ce titre, ne peuvent être négligées.

Je reprends mon sujet. Voilà, au moins en ce qui concerne la lumière, la loi logarithmique sauvée. Passons à la température. On sait que Fechner a dû renoncer à la vérification de sa loi dans ce domaine. Exposons d'abord comment les expériences devraient se faire; nous verrons ensuite les difficultés spéciales contre lesquelles il y aurait à lutter.

Je suppose que mes mains soient plongées dans un bassin contenant de l'eau tiède à un même degré et qu'elles soient habituées à cette température : elles n'éprouveront aucune sensation. J'augmente brusquement la température d'un des deux bassins, il y a instantanément contraste, et ce contraste va s'affaiblissant jusqu'à ce que ma main se soit accom-

modée à la nouvelle température, et qu'ainsi il disparaisse. Je produis maintenant un nouveau contraste en augmentant encore une fois rapidement la température du bassin. Jusqu'à quel point puis-je juger par le sentiment que ce contraste est égal au premier? c'est ce qui paraît bien incertain au premier abord. Dans l'expérience des anneaux lumineux, l'œil a toujours devant soi les contrastes à comparer, et il les parcourt plusieurs fois avant de se prononcer; ici rien de pareil n'est possible.

Pour lever cette impossibilité, il faudrait que cette seconde main, dont jusqu'à présent il n'a pas été fait usage, fût soumise au premier contraste pendant qu'on soumet la seconde au second contraste, et que l'expérimentateur jugeât instantanément de l'effet. Il est possible dans ces conditions que l'on constate l'existence d'une loi logarithmique. Mais ce qui vient compliquer les expériences, c'est l'extrême sensibilité de la peau qui lui fait ressentir des différences de température à peine accusées par les thermomètres les plus sensibles; c'est la modification rapide qui est éprouvée par elle dans les premiers moments et qui est cause que le contraste ne se fait sentir avec toute sa valeur que d'une façon éminemment fugitive; c'est enfin l'impossibilité, on peut dire absolue d'introduire les changements d'une manière qui donne prise à la comparaison et à la mesure.

C'est que, en effet, on ne peut procéder par différences considérables. Entre la lumière la plus vive que l'œil peut supporter sans peine, et la plus faible qui lui permet encore de distinguer les objets, il y

a une distance énorme ; l'une est plusieurs millions de fois plus intense que l'autre. Mais entre la température normale de la peau, soit environ 18°, et la température la plus haute ou la plus basse à laquelle on peut l'exposer sans danger, il n'y a qu'un faible intervalle. De sorte que, en ne tenant pas même compte des difficultés déjà signalées, l'expérience se trouve confinée dans des limites si étroites que les résultats qu'elle pourrait fournir auraient une assez mince valeur. Ajoutons enfin que la sensation de température s'altère facilement et se transforme assez rapidement en malaise, souffrance ou douleur, et l'exactitude du jugement s'en trouve ainsi entièrement compromise. Ne sait-on pas qu'en été, une augmentation d'un degré, d'un demi-degré même se traduit parfois pour nous en une gêne indicible, au point de nous faire croire que la température a subi un accroissement d'une tout autre importance [1] ?

On ne peut donc arguer contre Fechner de l'impossibilité où il a été de trouver la confirmation de sa loi dans les phénomènes de la sensibilité calorique.

Pour les raisons énoncées plus haut, je ne m'occuperai pas de la pression, agent sensible auquel conviennent un grand nombre des remarques qui viennent d'être faites à propos de la chaleur et du froid. Il est encore indécis d'ailleurs si les phénomènes de pression confirment oui ou non la loi logarithmique, et je serais tenté de croire que, dans

[1] *Revue scientifique*, 15 mai 1875, p. 1089.

certaines limites, ils lui sont favorables. Seulement les expériences auraient peut-être besoin d'être recommencées. Ce qui a été dit de la température s'applique à plus forte raison aux odeurs et aux goûts.

Sans doute l'irritation de la muqueuse nasale est d'autant plus vive qu'un parfum est plus concentré; mais nous sommes ici dans des conditions encore bien plus désavantageuses que quand il s'agit de chaleur. On ne voit même pas comment on pourrait évaluer la concentration d'un parfum, au point de vue bien entendu de son action sur le nerf olfactif; et quant au jugement sur le contraste ou la différence, on peut douter qu'il s'élevât beaucoup au-dessus de la constatation d'une différence, et qu'il pût porter sur une égalité même approximative. Parlerons-nous des saveurs? elles fournissent des sensations bien autrement obtuses. Cela ne veut pas dire cependant qu'un jour on ne trouve peut-être des méthodes ingénieuses écartant toutes ces difficultés; pour le moment, nous devons bien avouer notre impuissance.

Restent les impressions de l'ouïe. M. Hering a voulu enlever à Fechner le bénéfice de la loi, si anciennement connue, de l'élévation du son proportionnelle au logarithme du nombre de vibrations. Il prétend que c'est encore aujourd'hui une question non résolue de savoir si le plus ou moins de gravité d'un son appartient à l'extension ou à l'intensité de la sensation. Pas n'est besoin d'entrer dans une pareille discussion. La physique nous apprend que la hauteur d'un son dépend *exclusive-*

ment du nombre de vibrations que le corps sonore exécute dans l'unité de temps. Si l'on a fait entendre immédiatement l'un après l'autre deux sons d'une tonalité différente, entre lesquels par conséquent il y a un certain contraste — l'intervalle est par supposition d'une quinte (*ut*, *sol*) — et si l'on veut obtenir entre le son le plus élevé et un troisième son (*ré*) le même contraste, puis encore une fois ce même intervalle de quinte entre ce troisième son et un quatrième (*la*), et ainsi de suite, on constatera que les nombres de vibrations croissent suivant une progression géométrique; ils seront, par exemple, 16, 24, 36, 54, 81.... Y a-t-il moyen de ne pas voir là une confirmation remarquable de la loi? On sait d'ailleurs que, lorsque les sons sont trop aigus ou trop graves, le jugement n'est plus aussi précis, circonstance qui est en conformité avec la loi de la tension [1].

J'aborde maintenant la vérification de la loi pour le volume des sons. D'après Fechner et Volkmann, la loi logarithmique se vérifie en ce sens que, pour entendre différer deux sons sous le rapport de l'in-

[1] Voir *Théorie*, etc., p. 19. Peut-être y aurait-il moyen d'appliquer la méthode des contrastes aux couleurs. On construirait une échelle telle que l'intervalle entre le rouge et le violet serait rempli par un très-grand nombre des nuances intermédiaires présentant des contrastes égaux. Il s'agirait d'évaluer le nombre vibratoire propre à chacune d'elles. Je ne puis entreprendre de pareilles expériences qui sont pourtant de nature à me tenter; mais je suis fortement daltonien : je ne vois pas le rouge.

tensité, il faut que le plus fort l'emporte d'un tiers sur le plus faible. M. Hering, sans vouloir contredire ce résultat, fait ses réserves et il en a parfaitement le droit, puisque, d'après ses propres expériences, les assertions de Weber touchant les poids se sont trouvées inexactes. Il a fait en outre cette observation extrêmement judicieuse que, s'il en était ainsi, le timbre d'un instrument devrait varier selon la distance.

Cette critique s'applique bien à la formule de Fechner, mais non à celle que j'ai proposée. Ne considérons, pour un moment, que la note fondamentale donnée par l'instrument jouant à une certaine distance de l'oreille. Prenons cet organe au moment où il est accommodé à ce son, en ce sens que les fibres dont il se compose vibrent à l'unisson sans effort et sans accélération. C'est ainsi qu'il y a un moment où la lourde cloche, mise en branle avec quelque peine par le sonneur, oscille d'une manière régulière et uniforme, et ne nécessite plus de sa part que des secousses toujours égales. Imaginons maintenant l'instrument rapproché tout d'un coup de nous, de manière à abréger la distance de moitié. Il y aura contraste successif et sensation dont la mesure sera fournie par $k \log 4$, puisque l'intensité du son croît en raison inverse du carré de la distance. Mais ce que nous venons de dire de la note fondamentale s'applique aux notes consonnantes, quelle que soit la vivacité avec laquelle elles se font entendre; le timbre doit donc pour l'oreille garder son caractère.

A la rigueur cependant, je ne pense pas qu'il en

soit tout à fait ainsi, et j'incline à croire même les petites variations dans la position du corps sonore par rapport à l'oreille ont une influence, imperceptible peut-être, mais réelle. Je l'ai déjà dit, l'instrument peut certainement jouer à une distance telle qu'on n'entende plus toutes les notes consonnantes, et qu'il arrive même un instant où la note fondamentale soit la seule qui frappe notre oreille. De là il résulte que dans le lointain on ne distingue plus le violon de la flûte, ni en général les instruments à corde des instruments à anche [1]. D'un autre côté,

[1] Ceci était écrit quand j'entendis raconter à l'illustre P. J. Van Beneden, père, l'anecdote suivante. Ce savant se promenait un soir avec un ami le long d'une colline boisée dans les environs de Chaudfontaine. « N'entends-tu pas, dit tout à coup l'ami, le bruit d'une chasse dans la montagne ? » M. Van Beneden prête l'oreille, et il distingue effectivement les aboiements des chiens. Ils écoutent quelque temps, s'attendant, d'un instant à l'autre, à voir bondir un chevreuil ; mais la voix des chiens semblait ne se rapprocher ni s'éloigner. Ils avisent enfin un habitant du pays et lui demandent qui pourrait bien chasser dans ces bois à une heure si avancée. L'autre, désignant du doigt quelques flaques d'eau qui se trouvaient à leurs pieds : « Ce sont, répondit-il, ces petites bêtes que vous entendez ! » Il y avait là, en effet, des sonneurs en feu *(Bombinator igneus)*, espèce de petit crapaud gris, couvert de pustules, à ventre jaune tacheté de noir. Ce batracien fait entendre, dans la saison des amours, un léger cri argentin ou plutôt cristallin, comparable au son qu'on obtient en frappant sur un verre. Cette voix triste et pure ne rappelle rien qui ressemble à la voix des chiens courants. Mais il résulte évidemment de ce fait,

l'instrument peut vibrer tellement près de notre organe qu'il nous déchire le tympan, les fibres correspondant à la note fondamentale ne pouvant s'accommoder à l'amplitude des vibrations de l'air, tandis que celles qui correspondent aux consonnances ont encore une certaine latitude à cet égard.

Nous sommes donc en droit de conclure, que la loi logarithmique s'étant confirmée pour tous les ordres de sensations auxquels l'expérience a été appliquée, on peut, jusqu'à preuve contraire, lui accorder une adhésion provisoire.

IV. L'argument téléologique.

M. Hering s'est lancé dans des arguments téléologiques; je me permets de le suivre sur ce terrain, mais en raisonnant autrement. Il verrait lui, dans cette altération du timbre un grand inconvénient. Moi je serais plutôt porté à y voir un grand avantage.

En effet, elle nous permet jusqu'à un certain point de juger si la source du son est plus ou moins éloignée. L'un des moyens mis à notre disposition pour porter ce jugement, c'est la duplication de notre organe auditif; il y a une espèce d'angle auditif comme il y a un angle optique. Mais, selon

que les aboiements des chiens, entendus dans le lointain, ont un timbre analogue au cri du sonneur en feu. Donc l'éloignement altère le timbre dans une mesure qui peut être assez notable.

moi, celui qui n'entend plus que d'une oreille saura distinguer si un violoniste joue fort mais dans le lointain, ou doucement mais dans le voisinage. Et s'il fait cette distinction, c'est que le timbre subit une altération légère en rapport avec l'éloignement. Pour les animaux, c'est un des moyens qui leur permettent de se rendre compte de la distance à laquelle se trouve un ennemi rugissant. Et, sans vouloir pour cela admirer la prévoyance de la Nature, je tirerai du moins cette conclusion : l'être sensible a pris une possession de plus en plus complète des ressources que lui présente le sens de l'ouïe, et il a peu à peu perfectionné la faculté qu'il possède de porter des jugements d'*après* ses indications. Je ne vois donc pas la nécessité d'une proportion adéquate entre la sensation et l'excitation. Sans quoi on devrait accuser la Nature et la Géométrie pour avoir *inventé* — puis-je ainsi dire? — la loi du carré des distances. Mais heureusement, pour juger qu'un objet sonore est à une distance double d'un autre, il n'est pas requis que les intensités du son soient entre elles comme un à deux, il me suffit de savoir que le *caractère* de ma sensation *dénote* une distance déterminée.

Cette observation s'applique à la lumière comme aux longueurs et aux poids. M. Hering dit qu'on comprend à la rigueur l'existence d'une loi logarithmique pour l'intensité de la lumière, parce qu'il n'est nullement nécessaire, au point de vue des convenances de la vie, que nous jugions l'éclat des objets d'une manière adéquate à leur éclat réel, tandis que, si cela avait lieu pour les poids et les

longueurs, cela jetterait une grande perturbation dans notre conduite.

Plus je scrute cet argument, moins j'en saisis la portée. M. Hering s'imagine-t-il que notre sensibilité nous apprend *directement* que tel caillou pèse le double d'un autre? S'il en était ainsi, en effet, il y aurait de quoi devenir fou si, prenant deux cailloux que séparément nous estimons peser chacun un kilogramme, nous trouvions qu'ils ne pèsent plus ensemble qu'un kilogramme et un quart. Mais heureusement ce n'est pas la sensibilité qui *juge*. Elle *fournit les données* du problème, et le jugement, le raisonnement (réfléchi, habituel, ou instinctif) tire des conclusions d'*après* ces données, mais non *proportionnellement* à ces données. Je soulève deux cailloux, et, d'après les sensations que j'éprouve, je juge que l'un a un poids double de l'autre. Il n'y a pas en cela d'autre mystère. Et par conséquent, pour les lancer à une distance déterminée, il n'est pas besoin de faire intervenir une nouvelle loi logarithmique.

C'est parce que tel est le procédé du jugement que nous sommes sujets à des erreurs. On connaît ce petit appareil consistant dans une caisse légère qui dissimule un disque métallique animé d'une vitesse de rotation rapide. La caisse pèse une fraction de kilogramme, et cependant on ne peut ni la redresser si elle est couchée, ni la coucher si elle est toute droite. Elle fait l'effet de peser plusieurs centaines de kilos. C'est que je juge d'après mes impressions et conformément à des règles générales que je me suis faites et qui me servent dans les

circonstances les plus ordinaires de la vie. L'art de la peinture n'a pas d'autre raison d'être ; et dès que le peintre a produit sur mon œil l'effet de la réalité, il lui importerait peu d'apprendre après coup que les proportions dans l'éclat de ses couleurs ne sont pas celles de la nature.

En un mot, par conséquent, l'adaptation de nos sens aux fins de la vie, est un effet de leur perfectionnement progressif, de notre propre éducation, sans doute aussi de la lutte pour l'existence et de la loi de la survivance du plus apte. Est-il nécessaire après cela de recourir à des forces occultes [1] ?

Conclusion.

Voilà ce que j'avais à dire en faveur de la loi logarithmique de Fechner. J'espère avoir mis en relief sa vraisemblance, prouvé avec quelle facilité elle se prête à l'explication des phénomènes les plus saillants de la sensation, et établi sa conformité avec l'expérience sainement interprétée. Je demande pardon à l'illustre maître d'avoir dû pour cela recourir plus souvent à ma formule qu'à la sienne, bien que la transformation soit presque exclusivement mathématique. Mais cette transformation a une importance considérable à mes yeux, en ce sens que là où il voit une loi psychophysique, je vois plutôt une loi physique. Déjà MM. Dewar et

[1] Voir dans la *Revue scientifique* mon article sur *Une loi mathématique applicable à la théorie du transformisme*, n° du 13 janvier 1877.

Mckendrick [1] ont démontré que l'intensité du courant nerveux transmis au cerveau par le nerf optique est proportionnelle au logarithme de l'excitation qui a agi sur la rétine. Cette confirmation de la loi, du côté où il s'y attendait le moins, a dû certes frapper l'esprit de celui qui l'a formulée le premier.

Je ne sais si cette défense sauvera, momentanément du moins, la loi logarithmique de Fechner. Mais quelque destinée que l'avenir réserve à cette loi et aux théories auxquelles elle a donné naissance, les lecteurs qui ont suivi attentivement cette longue argumentation, reconnaîtront sans peine que la question des rapports de l'âme et du corps est sortie aujourd'hui des nuages de la métaphysique pour n'y plus rentrer jamais. Ce sera la gloire impérissable du philosophe-physicien de Leipzig.

[1] Voir le journal NATURE du 10 juillet 1873.

NOTE

SUR LES FONDEMENTS DE LA PSYCHOPHYSIQUE

PAR LANGER.

Cet article était terminé, quand a paru en Allemagne, sur la même question, un opuscule de M. Paul Langer, intitulé *die Grundlagen der Psychophysik* (les Fondements de la psychophysique, Iéna, Hermann Dufft, 1876). Cet écrit paraît avoir été inspiré par le discours de M. Hering. L'auteur ne prend pas une position bien nette entre Fechner et son contradicteur. Voici, à cet égard, un passage caractéristique : « Hering, dit-il (p. 15), se donne pour but de combattre la loi psychophysique de Fechner, et de la remplacer par une autre, à savoir la loi de proportionnalité. Bien que je sois d'accord avec l'auteur de ce travail remarquable en beaucoup de points, et spécialement en celui-ci que la loi psychophysique n'est nullement une conséquence de celle de Weber, je dois cependant me séparer de Hering sur le point le plus essentiel, le mode de preuve. Notamment je trouve que chez lui la preuve de l'impossibilité de la loi de Fechner est insuffisante, et qu'il n'est possible ni dans le sens de Fechner ni dans celui de Hering d'obtenir une loi

psychophysique, quelle qu'elle soit, comme conséquence des simples données expérimentales. Dans l'état présent de la science, une loi psychophysique ne peut être mise en rapport avec les faits empiriques que par le moyen d'une hypothèse, et il suit de cette circonstance, en la supposant établie, d'un côté l'impossibilité de prouver autre chose que l'invraisemblance d'une loi psychophysique quelconque, de l'autre l'impossibilité d'obtenir une loi psychophysique comme conséquence des propositions expérimentales. »

M. Langer, après avoir exposé l'attitude qu'il compte prendre, fait quelques remarques ingénieuses, quoique peu concluantes, sur le rôle que joue la mémoire dans la comparaison des sensations successives. Puis il passe à l'objet principal de sa brochure, la construction de la formule, à son sens, la plus vraisemblable pour expliquer, conformément à l'expérience, les rapports de la sensation et de l'excitation. Il est surtout frappé de ce résultat que, suivant la formule de Fechner, la sensation est nulle pour l'excitation $= 1$, seuil de l'excitation, c'est-à-dire pour l'excitation qui agit à la limite de la conscience et de l'inconscience (voir *Revue phil.*, 1876, Juillet, p. 76, l'article de M. Ribot *sur la philosophie de Herbart*), et il essaye de la débarrasser de cette tache en recherchant la plus simple des conditions mathématiques qui la fasse disparaître. Partant de là, il obtient une formule qui peut se mettre sous la forme simplifiée que voici : $S = K \log \frac{cE^2 + b}{b}$, où S représente la sensation,

E l'excitation, b le seuil, K et c des constantes. Ces sortes de formules, dont l'origine est complexe et qui se fondent sur des considérations en dehors de la théorie et de l'expérience, ne sont malheureusement d'aucun secours dans des questions de cette nature. Helmholtz en a, de son côté, trouvé une analogue qui satisfait, dans une certaine mesure, aux phénomènes de sensations lumineuses. La voici :

$$S = \frac{a}{q - E_0} \log \left[\frac{E_0 + E}{b + E} \right] + c$$

où a, b et c sont des constantes, b étant supposé très grand ; et E_0, la lumière propre de l'œil. Mais il n'a attaché naturellement à cette formule qu'une importance didactique (voir *Étude psychophysique*, p. 21 et suiv.).

Mars 1877.

LA LOI PSYCHOPHYSIQUE

FECHNER CONTRE SES ADVERSAIRES

I. Explications préliminaires.

Je viens de faire l'histoire de la loi psychophysique; et, à l'occasion des attaques extrêmement sérieuses dirigées contre elle par un esprit délié, judicieux et pénétrant, j'ai dû l'examiner soigneusement dans ses fondements, peser les preuves alléguées en sa faveur, en apprécier le degré de vraisemblance, en rechercher enfin la portée et la signification probables. La lutte timidement engagée depuis longtemps entre Fechner et ceux qui rejettent ses théories et ses formules ou qui ne les acceptent qu'en les entourant de restrictions plus ou moins importantes, vivement accentuée par l'entrée en scène de Hering, excite en ce moment un puissant intérêt. L'illustre fondateur de la psychophysique n'a pu rester impassible en face d'un ennemi aussi redoutable battant en brêche le monument qu'il croyait avoir élevé à la science, et il s'avance armé

de toutes pièces pour le soutenir et le défendre. Au discours du savant académicien, il répond par un volume [1].

Il est vrai de dire que ce n'est pas à Hering seul que Fechner croit devoir s'adresser ; tous ceux qui directement ou indirectement ont combattu ses opinions, sont passés en revue, discutés ou réfutés. Il fait notamment à l'auteur du présent article l'honneur de lui accorder dans son ouvrage une place tout particulièrement distinguée, et c'est ce qui m'autorise à donner ici quelques mots d'explication.

Mon rôle dans le procès est tout spécial, et Fechner en fait très bien ressortir le caractère.

Voici ce que j'écrivais dans un passage de l'article précédent sur la question où je résumais les résultats de mon Étude psychophysique : « La loi de Fechner est insoutenable au point de vue mathématique. Elle entraîne des conséquences absurdes, et la manière dont elle est établie ne procure pas à l'esprit une idée bien nette de ce que peut être la quantité d'une sensation, ni comment, par conséquent, elle peut être représentée par un nombre, etc. [2] »

« On pourrait croire d'après ses lignes, dit Fechner (p. 27) [3], que leur auteur est l'un de mes adversaires les plus décidés. Néanmoins ses essais sont une confirmation très satisfaisante de la loi de

[1] *In Sachen der Psychophysik*, Leipzig, Breitkopf und Hârtel, 1877, VIII-220 p.

[2] Voir page 30.

[3] Les renvois dans le corps de l'article se rapportent à l'ouvrage de Fechner.

Weber; il lui reconnaît à tout le moins une valeur approximative; il a adopté plus tard une formule qui, dans son expression, coïncide avec la mienne, mais dont la signification est différente; enfin, dans la *Revue philosophique*, il a pris à mon égard contre Hering en quelque sorte l'attitude d'un allié, sans abandonner toutefois ses anciennes critiques, et cela, parce qu'il se sentait atteint aussi bien que moi par les arguments qui m'étaient opposés. »

Cette appréciation est assez juste; je crois pourtant devoir la compléter. C'est en 1864 que j'ai eu connaissance des travaux de Fechner. Je fus tout d'abord séduit par la loi logarithmique, mais mon esprit ne fut pas complètement satisfait. Je crus devoir faire subir à cette loi des modifications qui *à priori*, c'est-à-dire en dehors même de toute expérience, étaient à mes yeux des corrections importantes et nécessaires, et que l'expérience est venue justifier *à posteriori*. Ce fut l'objet d'un premier mémoire [1]. Plus tard, préoccupé de rechercher le sens réel de la loi logarithmique, je fus conduit à faire subir à l'une de mes formules une transformation en partie purement mathématique, et elle est redevenue semblable à l'une des formules qu'emploie Fechner, tout en ayant un sens essentiellement différent. J'appuyais ma nouvelle manière de voir sur mes propres expériences et sur des considérations théoriques très générales. J'en fis le sujet d'un second mémoire [2].

[1] *Étude psychophysique*, etc.
[2] *Théorie générale de la sensibilité*, etc.

J'avais lieu d'être satisfait de mes dernières équations. Toutefois je n'avais pas une foi bien robuste en leur légitimité. Je suis philosophe, il est vrai, mais je suis un peu physicien, et je ne me contente pas facilement d'un petit nombre de preuves. Jusqu'à quel point, en effet, la loi logarithmique était-elle avant tout fondée en fait ?

J'en étais là lorsque parut le travail de Hering. A la suite d'une première lecture, je crus que c'en était fait de la psychophysique de Fechner, tant le nouvel assaillant avait mis de vigueur dans les coups qu'il lui adressait. J'en pris bravement mon parti ; quand on est dans une mauvaise voie, il n'est jamais trop tôt d'en sortir. Je me mis à relire plus attentivement et à tête reposée le discours du professeur de Prague. Je crus reconnaître alors que la partie fondamentale de l'œuvre de Fechner n'avait pas subi d'atteinte et était restée debout. Il me sembla même que ma doctrine, contre laquelle Hering, sans s'en douter, s'était aussi escrimé, était demeurée à peu près intacte. Je ne me faisais d'ailleurs pas illusion, et je n'étais pas rassuré complètement sur l'issue d'un second assaut semblable. Après avoir répondu à Hering, je concluais en ces termes : « Je ne sais si cette défense sauvera, *momentanément du moins*, la loi logarithmique de Fechner. Mais quelque destinée que l'avenir réserve à cette loi et aux théories auxquelles elle a donné naissance, les lecteurs qui ont suivi attentivement cette ongue argumentation, reconnaîtront sans peine que la question des rapports de l'âme et du corps est sortie aujourd'hui des nuages de la métaphysique

pour n'y plus rentrer jamais. Ce sera la gloire impérissable du philosophe-physicien de Leipzig. »

Ce préambule était nécessaire pour bien définir le genre de débat qui s'agite autour de la loi de Weber. Les sectes philosophiques sont un peu comme les sectes religieuses : elles sont exclusives. Chacune est prête de s'écrier : Hors de mon église, pas de salut. Là, comme ici, les conversions sont rares ; et, bien qu'il y ait presque autant de confessions différentes qu'il y a d'individus, on vient à chaque instant se heurter contre une foi aveugle et intolérante, qui aux arguments oppose parfois la passion, la colère et les violences. Autour de la loi logarithmique, la lutte est calme et courtoise. C'est que le point en litige touche aux sciences naturelles, que les preuves apportées de part et d'autre sont puisées dans les faits et non dans la raison pure, que le terrain est ainsi parfaitement circonscrit et connu de tous, et qu'on ne combat pas dans le vide. Aussi Fechner, tout convaincu qu'il est d'être resté, quant à ses formules et à sa manière de voir, à l'abri des coups de ses adversaires, énonce une conclusion au fond peu différente de la mienne. En attendant mieux, pense-t-il, et vu le peu d'accord qui se manifeste entre les critiques, sa théorie serait encore la plus plausible de toutes. « De même, dit-il en terminant, que la tour de Babel n'a pu s'achever parce que les ouvriers qui devaient l'édifier n'étaient plus en état de se comprendre, de même le monument psychophysique que j'ai tenté d'élever pourrait bien demeurer debout parce que ceux qui veulent l'assaillir ne parviendront pas à s'entendre » (p. 215).

Le sujet, on le sait d'ailleurs, a des ramifications dans toutes les sciences : il touche à la physique et aux mathématiques presque autant qu'à la psychologie et à la physiologie. Je m'attacherai aujourd'hui à le traiter principalement sous les deux premiers points de vue. J'espère que le lecteur voudra bien me suivre dans cette partie de mon exposé, et qu'il ne déniera pas une certaine portée philosophique aux excursions que je devrai faire dans les sciences positives.

LE PLAIDOYER DE FECHNER.

I. Aperçu de l'ouvrage de Fechner.

Le livre que nous avons sous les yeux se distingue par une qualité incontestable : la sincérité. Les opinions des auteurs que Fechner examine et critique, sont exposées avec vérité, et leurs arguments contre sa propre doctrine sont reproduits, en général, dans toute leur force. Les réponses portent presque toujours sur les points vraiment en discussion, et aucune difficulté un peu considérable n'est sciemment éludée ou passée sous silence. Enfin on y trouve un relevé complet des controverses et des travaux auxquels la nouvelle science a donné lieu. Je dois pourtant ajouter qu'aux yeux d'un lecteur français, cet ouvrage — comme les *Éléments de psychophysique* du même auteur — ne paraîtra pas irréprochable sous le rapport de la composition : la lecture n'en est ni agréable, ni facile, tant à cause de la longueur des phrases toutes

hérissées d'incises, qu'à cause des renvois perpétuels à ce qui a été ou à ce qui va être dit ou encore à ce qui a été énoncé autre part. Mais ce n'est pas là un défaut bien grave pour les Allemands qui, doués en général de la plus grande patience et pénétrés de respect pour les savants, se donnent la peine de fendre l'os pour en retirer la moelle.

Fechner débute par un court résumé de ses doctrines et de ses formules. Il définit la psychophysique la science exacte des rapports entre l'existence psychique et l'existence corporelle. Elle est exacte en ce sens seulement qu'elle repose sur l'observation, l'expérience et le calcul, car ses résultats sont loin d'atteindre le degré de certitude auquel on arrive en mécanique, en physique, en chimie, et même en physiologie (page 2). Poursuivant un but plus spécial — parce que telle est la base de tous les phénomènes de la vie intellectuelle — elle essaie de trouver la loi qui relie la sensation, phénomène interne, à l'excitation, phénomène externe. Pour Fechner l'excitation ne produit pas directement la sensation ; elle dégage d'abord une activité corporelle qui réside dans le système nerveux, et qu'il qualifie de *psychophysique*. Il en fait dépendre immédiatement l'activité spirituelle de la sensation.

Il y a donc ici trois termes reliés par trois relations nécessaires : la première entre l'excitation et l'activité psychophysique ; la seconde entre celle-ci et la sensation ; la dernière entre l'excitation et la sensation. On comprend sans peine que deux de ces fonctions étant connues, la troisième, quelle qu'elle soit, s'en tire facilement. Or, Fechner admet

hypothétiquement que l'activité psychophysique dégagée est proportionnelle à la quantité d'excitation ; d'un autre côté, l'expérience et le calcul lui ont démontré que la sensation croît comme le logarithme de l'excitation [1] ; dès lors la conclusion se présente d'elle-même : la sensation croît comme le logarithme de l'activité psychophysique mise en liberté par l'excitation.

Nous avons maintenant ainsi une équation entre deux termes tous deux intérieurs — la force nerveuse et la sensation — et aucun d'eux n'est directement mesurable. Mais ils le deviennent d'une manière indirecte, prétend Fechner, du moment que nous possédons une relation entre l'un des deux et une quantité directement mesurable. Or c'est précisément une relation de cette nature qui relie la sensation à l'excitation. Ce point est de la plus haute importance, comme on le verra par la suite.

L'excitation est directement mesurable : cela veut dire que je puis produire une quantité quelconque d'une espèce d'excitation donnée en prenant un nombre suffisant d'unités de cette même excitation. Ainsi, toute longueur peut naître du fait qu'on ajoute des mètres à des mètres, ou des millimètres à des

[1] Rappelons-nous que cette rédaction veut simplement dire ceci : que l'excitation doit croître suivant une progression géométrique (telle que 1, 2, 4, 8...) pour que la sensation croisse suivant une progression arithmétique (telle que 1, 2, 3, 4...); car les logarithmes des nombres qui sont en progression géométrique forment eux-mêmes une progression arithmétique.

millimètres ; en un mot, des unités (arbitraires) de longueur. Et de même, une lumière extérieure, celle de la lune par exemple, est égale à celle que répand un certain nombre de bougies ; un bruit déterminé peut être obtenu par l'accumulation de petits bruits égaux. D'ailleurs, l'éclat d'un corps lumineux est la somme des éclats émanant de chacune des particules lumineuses de ce corps ; et le bruit de la mer est la résultante des chocs de chacune de ses gouttes contre l'air ou les gouttes voisines. Mais aucune sensation ne se trouve dans ce cas ; aucune ne peut être mesurée par la juxtaposition directe de petites sensations égales. Il a donc fallu tourner la difficulté ; et c'est l'excitation même, qui, par l'intermédiaire de la formule, permet d'évaluer la sensation (p. 1). C'est ainsi que l'on mesure indirectement la chaleur par l'élévation de la colonne du thermomètre. Nous verrons plus tard si ce procédé de mesure indirecte est légitime [1].

Ces différentes considérations, judicieuses d'ailleurs, ne sont pas toutes du même ordre. Celles que je viens d'exposer en dernier lieu sont du ressort de la philosophie des mathématiques. C'est au contraire une simple question de fait, à résoudre principalement par l'expérience, que celle de savoir si la sensation croît comme le logarithme de l'excitation. Mais c'est de la spéculation pure de prétendre qu'entre l'excitation et la sensation il y a une activité psychophysique intermédiaire qui se dégage proportionnellement à l'excitation, et qui n'engendre de sensation que dans la mesure de son logarithme.

[1] Voir note à la fin du volume.

Et d'abord cette activité psychophysique pourrait fort bien ne pas exister. Il pourrait aussi se faire, si elle existe, qu'elle créât des sensations proportionnelles à son intensité, et que la loi logarithmique n'intervînt que pour régler ses rapports avec l'excitation. Il serait encore très facile d'imaginer à l'infini d'autres rapports de ce terme intermédiaire avec les deux autres, sans compromettre le moins du monde la relation qui existe entre ces derniers. Fechner dit bien, à l'appui de sa manière de voir, que, dans le monde physique, les effets sont proportionnels aux causes, et qu'il n'en est pas nécessairement de même dans le monde psychique; mais Hering, prenant le contre-pied de cette thèse, croit que la représentation interne du monde extérieur n'est fidèle qu'à la condition d'être une réduction proportionnelle de la réalité.

On le voit sans peine, la psychophysique de Fechner prête le flanc à des objections de diverses natures. On peut l'attaquer sur le terrain de la spéculation — c'est ce qu'ont fait Brentano, Hering, Langer, Mach, Classen, Ueberhorst, Bernstein — au point de vue mathématique — c'est ce qu'a entrepris Langer — enfin dans sa base expérimentale, nier en tout ou en partie les faits sur lesquels elle s'appuie ou lui en opposer d'autres qui la mettent à néant — c'est ce qu'ont fait Helmholtz, Aubert, Hering, Langer et Lowne [1]. Quant aux

[1] Ce n'est pas la classification adoptée par Fechner, mais c'est celle qui m'a paru le plus convenable pour faire comprendre le procès. Enfin Lowne n'est pas mentionné dans son ouvrage, parce que les travaux de ce savant viennent seulement de paraître.

objections que j'ai faites, elles se rattachent à tous ces points de vue à la fois.

Voilà une série assez respectable des polémistes à qui l'illustre vieillard se propose de tenir tête. Et, dans cette lutte qui paraît inégale, n'a-t-il pas d'alliés? demandera-t-on. On peut répondre non. Si Fechner a beaucoup d'admirateurs, il n'a pas d'adeptes. De ses élèves, ceux qui ne l'ont pas tout à fait abandonné, repoussent tel ou tel point de sa doctrine, ou bien font subir à tel ou tel autre des changements qui en dénaturent, sinon complètement, du moins partiellement l'esprit. Il a donc à la fois contre lui des adversaires déclarés ou des disciples plus ou moins infidèles.

Et parmi ces opposants il y a encore une distinction à faire. Les uns se contentent purement et simplement de combattre telle ou telle proposition théorique ou expérimentale; d'autres, Hering, Brentano, Lowne, Bernstein, Langer et moi, substituent aux idées et aux formules du maître d'autres idées et d'autres formules. Fechner les réfute toutes en passant.

Cette polémique occupe les deux tiers de l'ouvrage. Dans le dernier tiers, Fechner fait connaître les expériences qu'on a faites concernant la loi de Weber depuis la publication des *Éléments*. Il met en relief celles qui sont favorables à sa thèse, discute et rectifie au besoin les résultats contraires; puis, résumant le tout, il en arrive à la conclusion que j'ai déjà fait connaître. A ses yeux, son système sort victorieux de tous les assauts qu'on lui a livrés; il reste maître absolu du champ de bataille, sauf quel-

ques points sans importance ; il est de tous le plus vraisemblable, le plus plausible, le moins sujet à critique, c'est le système de l'avenir. Tous les autres donnent lieu à des difficultés plus grandes, inextricables, insolubles ; et du désaccord qui règne entre eux, on doit conclure qu'il est dans la vérité (p. 5 et 6). L'argument n'est pas, il est vrai, péremptoire, et chacune des parties en cause pourrait s'en prévaloir en faveur de son opinion.

Il est, on le conçoit, absolument impossible de rendre compte en détail d'un ouvrage de cette nature. Si Fechner a eu besoin d'un volume pour répondre à des objections faites à sa doctrine, il me faudrait à moi un autre volume rien que pour discuter à fond quelques-unes des assertions de son auteur. Mais deux circonstances me permettront d'être relativement assez court.

D'abord je pourrai passer rapidement sur certaines objections ou certains systèmes *à priori*. Ainsi, par exemple, si l'on en croit Bernstein, voici quel serait, en dernière analyse, le fondement de la loi de Fechner. D'après ce savant physiologiste, l'excitation ébranle un certain nombre de molécules du cerveau, et le nombre de ces molécules ne croît que suivant le logarithme de la cause excitante. C'est ainsi que si l'on chauffe deux ou trois fois davantage l'extrémité d'une barre de métal, l'étendue de la partie qui s'échauffera n'en deviendra pas deux ou trois fois plus grande, mais s'exprimera par une fonction logarithmique. Dans cet ordre d'idées, vu l'état actuel de la question, on peut discuter longtemps et sans aboutir à un résultat définitif, parce

que l'expérience — qui est le seul juge sans appel — n'a pas le pouvoir de trancher le différend.

J'en dirai tout autant des formules empiriques telles qu'en imaginent Helmholtz, Aubert et Langer[1]. Je m'en réfère à cet égard à ce que j'en ai dit précédemment[2].

Enfin, cet article lui-même était consacré à l'exposition des arguments ingénieux et variés de Hering, le principal adversaire de la psychophysique. Je n'ai donc plus qu'à les rappeler. De son côté le philosophe de Leipzig réplique en général par les mêmes raisonnements que ceux que j'ai fait valoir, avec cette différence toutefois que très souvent je donne raison à Hering, tandis que Fechner lui donne toujours tort. Il me sera ainsi loisible d'abréger considérablement cette partie si importante de la polémique. De cette façon l'attention du lecteur sera réservée pour celles des controverses dont il n'a jusqu'à présent été fait qu'un exposé sommaire.

[1] Les deux premiers appuient leurs formules sur des expériences dont les résultats sont incompatibles avec l'équation de Fechner, et ils recherchent ensuite quelle espèce de correction elle devrait subir pour que cette incompatibilité fût écartée. Les modifications qu'ils proposent ont donc un but didactique et non théorique. Langer, au contraire, sans s'appuyer sur l'expérience, cherche à donner à la loi psychophysique une forme rationnelle.

[2] Voir pages 68 et suiv.

II. Fechner contre Hering, et les objections à priori.

L'expérience établit que la sensation est une certaine fonction de l'excitation. Cette fonction une fois connue, on peut essayer de remonter à la cause de la sensation. C'est ainsi que les lois de Kepler ont conduit Newton à l'hypothèse de l'attraction universelle. Quelle que doive être la formule exacte qui relie ces deux termes, une chose est certaine, c'est que la sensation ne croît pas proportionnellement à l'excitation. Fechner s'est cru dès lors en droit d'introduire entre la cause physique agissante et l'effet psychique résultant un terme intermédiaire, l'activité psychophysique, dont les rapports avec l'extérieur obéiraient au principe universel de la proportionnalité des effets aux causes, et dont les rapports avec l'intérieur seraient au contraire subordonnés à une certaine loi de progression.

Hering [1] et d'autres penseurs tels que Mach, Classen, Ueberhorst, Bernstein, repoussent *à priori* les rapports non proportionnels. D'où viendrait d'ailleurs cette différence? pourquoi la proportion d'un côté, la progression de l'autre? Fechner, pour qui cette question est vitale, répond que la proportion ne règne que là où l'effet découle immédiatement de la cause, mais que, dans le cas contraire, il n'en est pas ainsi. La durée du battement d'un pendule dépend de sa longueur; le temps de la

[1] Voir pages 8 à 16.

révolution d'une planète, de sa distance au Soleil; le développement d'une courbe, de sa projection sur l'axe des abscisses, etc.; or dans ces exemples il n'y a aucune proportionnalité entre les termes unis. C'est bien le cas de dire que comparaison n'est pas raison. Fechner me semble oublier d'ailleurs que la sensation dépend immédiatement de l'activité psychophysique.

Je l'ai déjà dit, je juge cette discussion en partie oiseuse. Entre deux termes bien connus, on vient introduire une inconnue embarrassante qui me paraît faite plutôt pour compliquer la question que pour l'éclaircir. Quant au principe que l'effet doit être proportionnel à la cause, je l'accepte pleinement; il s'agit seulement de bien déterminer dans chaque cas quel est l'effet et quelle est la cause. Si, par exemple, la cause était le logarithme de l'excitation ? Or, c'est à quoi l'on arrive, quand on fait dépendre les modifications de la sensibilité d'une différence d'équilibre entre l'état du milieu agissant et l'état de l'organe sensible. L'excitation est, dans ce cas, à proprement parler, le choc résultant d'une chute, chute qui se fait tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Si l'on entend l'excitation de cette façon — et c'est là ma manière de voir — la loi psychophysique cesse d'être une exception au principe général de la proportionnalité des effets aux causes. C'est ainsi que le travail qui effectue la compression d'un gaz est proportionnel au logarithme du rapport entre le volume initial et le volume final.

Je dois cependant mentionner un autre genre de

relation proposé par Brentano. D'après ce philosophe, les accroissements relatifs de la sensation doivent être égaux, quand les accroissements relatifs de l'excitation le sont. Fechner, à la suite d'une correspondance qu'il a entretenue avec ce savant, n'a pas eu de peine à lui démontrer que, mise sous forme mathématique, cette loi s'identifie avec celle de M. Plateau dont il sera parlé plus loin.

Pour terminer l'exposé des arguments *à priori*, je n'ai plus qu'à dire un mot de l'argument téléologique mis en avant par Hering. Si la loi logarithmique était vraie, dit ce penseur, l'âme ne pourrait avoir une idée adéquate du monde que nous habitons [1]. Fechner ne repousse pas en principe, comme je le fais, les arguments de cette nature. Mais il demande à Hering pourquoi la loi de proportionnalité ne s'applique pas à la lumière. J'avais posé la même question. Fechner fait en outre observer judicieusement (p. 59) qu'elle reste étrangère aux sensations de poids, même si l'on accepte les chiffres fournis par les élèves Biederman et Löwit [2]. Enfin on ne peut nier, dit-il, que 100 thalers n'augmentent pas la fortune d'un millionnaire dans une proportion plus notable qu'un thaler celle d'un pauvre homme [3]. Recueillons ici en passant un aveu précieux : c'est qu'il serait possible que les lois psychophysiques ne fussent pas rigoureusement applicables aux sensations de poids (p. 60). Je l'avais déjà soupçonné [4].

[1] Voir pages 8; 16 et suiv.; 62 et suiv.
[2] Voir pages 24 et suiv.
[3] Voir pages 42 et suiv.
[4] Voir pages 25 et suiv.; 46 et suiv.

Constatons encore que Fechner fait une distinction formelle entre les sensations intensives et celles qu'on appelle extensives : de ce que la loi ne s'appliquerait pas à celles-ci, il ne s'ensuit pas qu'elle ne dût pas s'appliquer aux autres. J'avais regretté que la confusion entre les mots prêtât à une pareille confusion entre des choses si différentes [1]. Fechner relève ma critique (p. 61) et rappelle qu'il a fait expressément la distinction dans ses *Éléments de psychophysique* (I, 15, II, 336). Je lui donne volontiers acte de cette rectification.

III. Fechner contre Hering et les objections de fait.

Enfin le professeur de Prague avait fait valoir contre la loi de Weber différentes raisons de fait. Le physicien de Leipzig n'invoque contre certaines d'entre elles [2] que des objections assez embarrassées. Si je soulève, avait dit le premier, un poids de 3 livres avec mon bras dont j'évalue aussi le poids à 3 livres, la sensation éprouvée sera, si la loi psychophysique est vraie, égale à celle que me fournira un poids de 7 livres que j'élèverai avec ce même bras armé d'un croc pesant 4 livres, puisque les accroissements relatifs de poids seront égaux, là de 3 livres sur 3 livres, ici de 7 livres sur 7 livres. D'après Fechner (p. 186 et suiv.), il n'y a pas lieu de voir ici des sensations de surcroît, mais des

[1] Voir pages 43 et suiv.
[2] Voir pages 10 et suiv.

sensations totales. Hering avait encore dit que, la main étant posée à plat sur la table, un disque de métal ajouté à un autre disque devrait produire le même effet que cinq disques ajoutés à cinq disques, tandis qu'il n'en est pas ainsi. On lui répond qu'il ne tient compte que de la pression exercée sur la main par les disques, mais qu'il néglige la contre-pression qui vient de la table sur laquelle elle repose et que, par suite, l'expérience n'est pas concluante. Je crains bien que ce ne soient pas là des réponses bien péremptoires.

On se rappelle aussi que Hering avait cru devoir recommencer les expériences de Weber sur les poids, et qu'il était arrivé à de tout autres résultats que son illustre prédécesseur, ce qui enlevait à la loi de Fechner l'un de ses plus solides appuis [1]. Pour les poids croissant par 250 grammes depuis 250 jusque 2750 grammes, Hering avait toutefois reconnu que, si l'on faisait entrer en ligne de compte le poids du bras, les résultats s'accordaient assez bien avec la loi logarithmique [2]. Fechner triomphe de cette circonstance et demande, avec assez de raison, ce me semble, à son adversaire comment il explique cette remarquable coïncidence. Mais,

[1] Voir pages 24 et suiv.

[2] Fechner montre que, si l'on compte pour le bras 2273 grammes, les rapports $\frac{1}{12}, \frac{1}{38}, \frac{1}{58}, \frac{1}{67}, \frac{1}{78}, \frac{1}{88}, \frac{1}{92}, \frac{1}{100}, \frac{1}{102}, \frac{1}{114}, \frac{1}{98},$ deviennent $\frac{1}{21,0}, \frac{1}{21,3}, \frac{1}{23,3}, \frac{1}{21,8}, \frac{1}{22,0}, \frac{1}{22,2}, \frac{1}{21,1}, \frac{1}{21,4}, \frac{1}{20,6}, \frac{1}{21,7}, \frac{1}{18,8}.$

comme pour les poids plus petits croissant depuis 10 grammes jusque 500 grammes, il ne peut plus être question de faire intervenir le poids du bras, il est obligé d'avouer, pour maintenir sa loi, qu'elle n'est pas applicable aux petites valeurs, et que c'est là d'ailleurs une chose depuis longtemps admise; et il attribue le fait à des circonstances perturbatrices inconnues, ou bien à ce que la main, et non tout le bras, prendrait, dans ce cas, uniquement part à l'expérience (p. 189 et suiv.). Comme on le voit, l'objection subsiste. Certes, elle ne suffirait pas à elle seule pour faire rejeter la loi de Fechner; mais, tant que l'anomalie n'a pas trouvé d'explication raisonnable, le doute est tout au moins permis.

Parmi les arguments de Hering, l'un des plus ingénieux était, sans contredit, le suivant [1] : La sensation est l'occasion de mouvements musculaires; dans quel rapport sont-ils avec elle? Si un caillou de 10 livres est senti comme ayant un poids égal au logarithme de 10, comment se fait-il que je sais, pour le lancer, proportionner mon effort au poids réel, et non au poids senti? Fechner, pour répondre à cette question, appelle à son aide une loi — très contestée — mise au jour par un professeur de Iéna, W. Preyer, qui s'est fait connaître par des travaux très variés, et qui venait justement de publier un traité élémentaire de la sensation [2].

[1] Voir page 16.

[2] *Elementen der reinen Empfindungslehre* (Iena, Dufft. 1877); 93 pages. L'ouvrage de Preyer sur la force musculaire est intitulé : *Das Myophysische Gesetz* (Iena, Mauke, 1874), X et 144 pages.

Suivant cette loi, le raccourcissement relatif du muscle serait proportionnel au logarithme de l'excitation (électrique). Le rapprochement est forcé et Fechner lui-même le sent fort bien (p. 73, 109).

Encore un mot pour terminer le résumé de cette partie de la polémique. Hering disait que les sens du goût et de l'odorat étaient restés en dehors de toute recherche [1]. Fechner nous apprend (p. 161) qu'en 1869 le sens du goût a été l'objet d'expériences de la part de M. Kepler, et que les résultats, d'après l'auteur, en seraient en contradiction avec la loi de Weber. Mais, les calculs étant refaits, il se trouve, au contraire, qu'ils sont en accord suffisant avec cette loi — il en est ainsi au moins pour les essais portant sur le sel de cuisine.

L'objection, selon moi, la plus grave formulée contre la loi de Fechner, c'est qu'elle ne découle pas, comme le croit son auteur, de celle de Weber [2]. Cette critique porte le débat sur le terrain mathématique. L'argumentation de Fechner m'a semblé peu nette. Il se contente d'affirmer que les sensations des *minimums perceptibles* sont toujours égales (p. 42 et suiv.). Mais c'est là répondre à la question par la question. Il a entretenu sur ce point, nous apprend-il, une longue correspondance avec son contradicteur, mais il ne paraît pas qu'ils soient parvenus à se mettre d'accord, ni que l'un ait convaincu l'autre.

[1] Voir page 22.
[2] Voir page 10 et suiv.

IV. La formule de M. Plateau et les expériences de M. Lowne.

Fechner fait figurer M. Plateau au nombre de ses antagonistes. Le célèbre physicien de Gand est, il est vrai, l'inventeur d'une formule psychophysique; mais il ne la fait reposer sur aucune espèce d'expériences et il en reconnaît lui-même la fausseté. Voici à quelle occasion elle a vu le jour. Lors de la présentation à l'Académie de Belgique de mon premier mémoire sur la lumière et la fatigue, il a cru devoir lancer une note où il mentionne ce fait — rappelé d'ailleurs dans mon travail [1] — qu'autrefois il avait songé à mesurer les sensations lumineuses. Pour cela il avait pris deux cartons, l'un blanc, l'autre aussi noir que possible, et il avait prié séparément plusieurs personnes compétentes (entre autres, je crois, le peintre Madou) de donner à un troisième une teinte exactement intermédiaire. Les teintes fournies furent sensiblement les mêmes. Ayant mesuré photométriquement celle qui paraissait moyenne entre toutes, il avait trouvé que son éclat était 1/8 de celui de la teinte blanche. Il avait de ce fait tiré cette conclusion — toute provisoire — qu'il serait possible que la sensation fût proportionnelle à la racine cubique de l'éclairement; et il avait laissé cette idée sans la poursuivre.

Dans sa note il la reprend et il donne à sa for-

[1] *Étude psychophysique*, p. 51; voir *Éléments*, etc., p. 56 et suiv.

mule une expression plus générale ; au lieu d'écrire : $S = k E^{\frac{1}{3}}$, il écrit : $S = k E^{p}$, p étant une fraction plus petite que l'unité. Faisant l'analyse de mes travaux, M. Plateau reconnaissait que mes expériences — fondées sur ce même principe des contrastes — rendaient cette équation inacceptable et devaient faire donner la préférence à ma formule.

Je ne l'aurais donc pas rappelée, si, aux adversaires que Fechner a jusqu'ici rencontrés, ne s'était venu joindre un physiologiste et ophthalmologiste anglais, M. Thompson Lowne [1], qui reprend pour sa part la formule de M. Plateau, sauf qu'il donne à p la valeur de 1/2 — ce qui revient à dire que la sensation serait proportionnelle à la racine carrée de l'excitation. Il s'appuie, ou plutôt prétend s'appuyer, sur certaines expériences relatives aux impressions lumineuses qui, selon lui, mettent à néant la formule de Fechner, et même la mienne, quoique, dit-il, grâce à la constante arbitraire qu'elle renferme, elle présente plus d'élasticité.

Une hésitation quelconque entre la formule de M. Lowne et celle de Fechner ou la mienne n'est pas possible, je le crois du moins. Les expériences de Fechner et celles que j'ai moi-même faites ne conduisent en aucune façon à la loi de M. Lowne. Il faut donc que l'un de nous ait été victime d'une erreur ou d'une illusion.

[1] *On the quantitative relation of light to sensation. A contribution to the physiology of the retina*, dans le *Journal of anatomy and physiology*, juin 1877. Cambridge and London. — C'est M. Plateau lui-même qui m'a signalé cet ouvrage.

Voici comment, pour ma part, j'ai opéré en appliquant le principe des contrastes. J'ai confectionné un petit appareil qui permet d'obtenir facilement et rapidement une série très variée [1] de teintes intermédiaires entre le blanc et l'extrême noir et qui, en outre, donne immédiatement la mesure et l'éclat réel de la teinte formée.

Étant maintenant présentés deux anneaux concentriques, l'intérieur clair, l'extérieur plus sombre, on charge plusieurs personnes de faire apparaître entre eux un troisième anneau dont la teinte paraisse également éloignée de celle des deux autres. Généralement, leurs sentiments concordent d'une façon remarquable. On conçoit qu'on puisse engendrer de cette façon une suite d'anneaux tellement gradués que les contrastes entre deux teintes voisines soient toujours sensiblement égaux. Supposons, pour fixer les idées, qu'on ait produit neuf anneaux ainsi nuancés. On aura huit contrastes égaux, et l'on pourra dire que les sensations lumineuses produites par les neuf anneaux croissent de quantités égales depuis le bord jusque vers le centre; de sorte que, si l'on pose le contraste égal à 1, et si l'on désigne aussi par 1 (ou une autre quantité plus grande ou plus petite, selon le cas) la sensation fournie par l'anneau extérieur, les neuf sensations différentes sont représentées par les nombres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, qui sont en progression arithmétique. Il ne reste plus alors qu'à mesurer l'éclat réel des anneaux, c'est-à-dire la quantité de

[1] Pour un éclairage donné, il y en avait 360.

lumière que chacun d'eux envoie dans l'œil. Or, ces éclats se trouvent suivre une progression à peu près géométrique [1]. En d'autres termes, ils se rapprochent d'une série telle que la suivante : 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256. Je ne donne pas ici, bien entendu, les chiffres réels, ni même leurs rapports réels ; j'exprime d'une manière figurée la physionomie générale des résultats. Je ne parle pas non plus des mille précautions qu'il faut prendre pour faire ces expériences ni de la façon de les varier pour se bien assurer de la réalité des phénomènes.

Ainsi, en résumé, on a mesuré deux choses : d'un côté l'excitation, qui est la quantité de lumière projetée dans l'œil, et de l'autre, la sensation, c'est-à-dire l'effet senti de cette lumière. Voyons si dans les expériences de M. Lowne on a compris le problème de cette manière.

Supposons placé entre un écran et deux bougies A et B qui l'éclairent, un corps opaque ; on aura projeté sur cet écran deux ombres *a* et *b*. L'ombre *a*, produite par la bougie B, ne recevra de lumière que de A. De même l'ombre *b*, produite par la bougie A, ne sera éclairée que par B. En éloignant ou en rapprochant les bougies, on fera varier les éclats respectifs de ces ombres et l'on pourra mettre entre eux tous les rapports imaginables. M. Thomp-

[1] Si les nombres avaient été rigoureusement en progression géométrique, la loi de Fechner eût été vérifiée. Mais il n'en est pas ainsi, et les déviations répondent aux corrections que j'ai faites à cette loi et dont je parlerai plus loin.

son a, tout préparés à l'avance, de petits carrés de papier ombrés par des traits parallèles comme le sont les hachures d'une gravure. Chez l'un les hachures couvrent 1/10 du blanc, chez un autre, 1/9, chez un autre, 1/4 ou 1/2, en un mot; il a une série d'ombres que j'appellerai artificielles.

Imaginons maintenant que les deux bougies soient, par rapport à l'écran, placées à des distances doubles l'une de l'autre. On connaît la règle du carré des distances. Si donc la bougie A, placée à la distance de deux pieds, donne à l'ombre *a* un éclat égal à 20, la bougie B, placée à la distance d'un pied, éclairera l'ombre *b* quatre fois davantage, soit dans la proportion de 80; enfin la lumière projetée sur l'écran par les deux bougies sera égale à 20 + 80 ou 100. M. Lowne choisit alors parmi ses papiers les deux teintes correspondant aux deux ombres, de manière que, collés sur l'écran, ils fassent le même effet sur l'œil. Si l'on représente par 10 la quantité de blanc qui se trouve dans l'écran, on trouve les deux ombres naturelles exactement imitées par des ombres artificielles où il reste respectivement 42/10 et 9 de blanc. Or, si l'on compare les nombres 20, 80 et 100 aux nombres 42/10, 9 et 10, on voit qu'ils sont entre eux comme les carrés à leur racine. Donc, conclut M. Lowne, la sensation est proportionnelle à la racine carrée de l'excitation.

Je ne sais vraiment pas pourquoi M. Lowne n'est pas arrivé, au contraire, à cette conséquence qu'elle est proportionnelle au carré de l'excitation, car il y a ici vraiment à se demander pour quelle raison

la sensation serait mesurée par les ombres artificielles plutôt que par les ombres naturelles. En réalité, la sensation comme quantité ne joue ici aucun rôle. M. Lowne a purement et simplement comparé deux sortes d'excitations ; et la seule conclusion légitime à tirer de ses expériences est celle-ci : Pour représenter des ombres continues ayant des intensités lumineuses égales à $1/d^2$ (d étant la distance) par des ombres discontinues obtenues au moyen de hachures noires sur un fond blanc, il faut que la proportion de blanc laissé soit égale à $1/d$. Par parenthèse, cette proposition est assez curieuse.

M. Lowne s'est donc, me semble-t-il, mépris ; et cette méprise est si grande que je crains moi-même d'en commettre une en la lui signalant [1]. Il a fait, en un mot, de la physique, croyant faire de la psychophysique. C'est que, tout bien compté, ces deux sciences confinent aux mêmes limites. Et plus d'un lecteur, sans doute, en lisant cette discussion se sera demandé si, à mon tour, je ne m'occupe pas plus de physique que de philosophie. Mais si l'on n'oublie pas que la psychophysique s'est donné pour mission d'étudier les sensations, c'est-à-dire les manifestations premières de toute vie intellectuelle, et d'appliquer à cette étude, autant que possible, les procédés des sciences dites expérimentales, mon excursion sur le domaine d'une de ces sciences me sera pardonnée.

[1] Je rectifie, pour les lecteurs qui seraient curieux de lire ce travail, une erreur de chiffres qui rend un passage tout à fait incompréhensible : p. 709, vers le bas, il faut lire $\frac{1.3}{2.3}$ au lieu de $\frac{1}{2.3}$.

DISCUSSION MATHÉMATIQUE.

I. Préambule et plan de cette discussion.

J'aborde maintenant la partie la plus ardue et la plus ingrate de ma tâche.

Langer et M. J. Tannery, alors correspondant anonyme de la *Revue scientifique*, ont critiqué, comme l'auteur de cet article, la loi psychophysique au point de vue tout abstrait de la formule qui l'exprime.

Évidemment, s'il ne s'agissait que d'une question toute spéciale et n'intéressant que les mathématiques pures, on laisserait aux mathématiciens le soin de la débattre. Mais elle a, au contraire, une importance générale, et, par certains côtés, elle touche à la philosophie naturelle. Dans ma seconde réplique au correspondant de la *Revue scientifique*, je disais, en parlant des traits dirigés par lui contre la loi de Fechner : « Ce n'est pas que les coups portés soient bien violents : on se contente d'introduire délicatement le stylet dans le nœud vital de la jeune science et de la tuer raide [1]. » Fechner, qui ne répond pas à l'écrivain français et qui en ignore peut-être l'existence, consacre près de vingt pages (88-107) à discuter certains scrupules émis par Langer et par moi, mais il ne semble pas s'être rendu un compte bien exact de la portée du débat ni de la nature du point en litige.

[1] *Revue scientifique*, 1875, n° 46, p. 1089. — Voir *Éléments*, etc., p. 139.

D'ailleurs je me suis jusqu'à présent presque toujours contenté d'exprimer mon opinion sans la développer. Je ne me suis expliqué à ce sujet un peu longuement que dans mon *Étude psychophysique* [1]. Dans la *Revue scientifique* [2], j'ai, en apparence, pris la défense de la formule de Fechner, mais, en réalité, j'en faisais le sacrifice. Enfin, dans le travail précédent, je me suis borné à un court résumé de ma manière de voir sans entrer dans aucun détail. Dans une partie de mes critiques je me suis rencontré avec le correspondant de la *Revue*, dans une autre avec Langer. J'ai déjà [3] exprimé un jugement sur l'ouvrage de ce dernier savant. Fechner (p. 39 et 41) est de mon avis. Je n'ai donc rien à ajouter à ce que j'en ai dit plus haut. Nos destinées sont, du reste, en partie communes. Nous nous sommes, pour ainsi dire, donné le mot pour repousser les sensations négatives qui figurent dans le système du père de la psychophysique.

La discussion mathématique que je vais entreprendre comprend deux questions : 1° Dans quelles limites et dans quel sens la position du point nul sur une échelle est-elle arbitraire? A cette question se rattache celle des valeurs négatives (et tout spécialement des sensations négatives) et de leur interprétation. 2° Dans quelles limites et dans quel sens le choix de l'unité est-il arbitraire? A cette question se rattache celle de la comparaison des phénomènes d'espèces différentes unis par un lien de causalité.

[1] Voir *Éléments*, p. 16 et suiv.
[2] Voir *Éléments*, p. 117 et suiv.; p. 139 et suiv.
[3] *Ibid.*, p. 263.

Après avoir élucidé ces deux questions fondamentales, je passerai à l'examen de la notion cardinale autour de laquelle roulent la psychophysique et les formules de Fechner, à savoir celle du *seuil (Schwelle)*, et, à cette occasion, je chercherai jusqu'à quel point et en quel sens la continuité et l'uniformité se manifestent dans les phénomènes naturels.

II. De la position du point nul dans une échelle de mesure; valeurs positives et valeurs négatives.

De toutes les idées scientifiques qui ont germé dans l'esprit humain, celle du nombre est la plus simple et la plus claire. Aussi visons-nous à exprimer en nombres, ou à renfermer dans des formules numériques tous les phénomènes que la nature enfante sans cesse autour de nous. La science moderne, sous ce rapport, n'a fait que continuer les traditions de l'École pythagoricienne. La musique, dès la plus haute antiquité, était une partie de la science des nombres; pour les anciens, l'harmonie c'était le nombre. Et pour nous, que sont les planètes et les étoiles du firmament, sinon des nombres? — la lumière et les couleurs, sinon encore des nombres? Bientôt nous pourrons assigner à chacun des corps de la nature son nombre propre. Nous cherchons, en un mot, à mesurer toute chose.

Qu'est-ce à proprement parler que la mesure? C'est, dans son expression la plus générale, une double série des nombres partant de 0 dans les deux

sens : ..... 3, 2, 1, 0, 1, 2, 3...., l'intervalle entre les nombres étant rempli par une portion de la chose à mesurer, portion que l'on appelle *unité*. Une route est à mesurer, l'unité est une fraction de route. S'agit-il de déterminer la mesure de la chaleur, l'unité sera une certaine quantité de chaleur, et le même problème appliqué à la sensation donne pour unité une certaine quantité de sensation.

Les *grandeurs* ou *quantités* — dans le sens mathématique du mot — sont les choses auxquelles une semblable mesure est applicable et appliquée. Elles sont conçues dès lors comme se composant de parties égales ajoutées l'une à l'autre, et, par conséquent, elles peuvent être comparées à des droites divisées en parties égales. Notons tout de suite qu'un des deux côtés de l'échelle peut n'être d'aucun emploi. Pour le moment nous ne nous occupons que de cette question : sur quel point de la chose à mesurer faut-il placer le 0 de l'échelle de mesure? A parler d'une façon absolue, le choix est complètement arbitraire ; mais souvent il est, sinon imposé, du moins notablement restreint par certaines convenances rationnelles. Dans ce cas, tout changement dans la position du 0 entraîne des modifications importantes dans la signification et les rapports des nombres 1, 2, 3..... marqués sur l'échelle.

Nous allons appliquer ces considérations générales à quatre échelles bien connues — celles des longitudes, du baromètre, du thermomètre et du galvanomètre.

Dans l'échelle des longitudes, la place du 0 est tout à fait libre. Veut-on faire passer le méridien

principal par Paris, Greenwich ou l'île de Fer? rien ne s'y oppose. Le 0 placé sur un point du globe, les longitudes Est se compteront à droite, les longitudes Ouest, à gauche; et, pour généraliser le langage, on pourra dire que les unes sont positives, les autres négatives, sans attacher d'autre signification à ces termes que celle de marquer des sens différents.

S'agit-il de mesurer une route, par exemple celle de Paris à Anvers, on peut encore placer le 0 sur un point quelconque de cette route, sur Bruxelles, je suppose, puis compter d'un côté la distance de Bruxelles à Paris, de l'autre celle de Bruxelles à Anvers. Les bornes kilométriques qui bordent les grandes routes sont numérotées d'après ce système. Cependant, dans l'exemple choisi, il vaudra mieux mettre le 0 à l'un des deux points extrêmes, soit à Anvers, soit à Paris, et, dans ce cas, l'une des moitiés de l'échelle devient inutile. S'agit-il de mesurer un fleuve, il sera préférable de partir de sa source ou de son embouchure. Faut-il prendre la hauteur d'une montagne, on commencera par le pied. Dans ce dernier cas surtout, il y a un point désigné naturellement pour recevoir la marque 0. Rien ne s'opposerait sans doute à ce qu'on plaçât le 0 à mi-hauteur, par exemple. Mais alors il faudra s'entendre : il y aura des hauteurs comptées de bas en haut, et d'autres, de haut en bas, et il faudra avoir soin de faire chaque fois la distinction. Si le 0 est à mille mètres, le chiffre 300 pourra désigner une hauteur de 700 et aussi une hauteur de 1300 mètres. Il sera donc nécessaire de dire dans quel

sens sont comptés ces 300 mètres. Seulement le placement du 0 à mi-côte serait assez irrationnel.

L'échelle du baromètre a la place de son 0 tout indiquée : il correspond à la pression nulle. La colonne barométrique est ensuite divisée en pouces ou en centimètres, et une hauteur de 76 centimètres, par exemple, indique exactement une pression de 76 centimètres de mercure. L'on a ainsi les pressions 1, 2, 3, etc.; et une pression marquée 60 vaut 60 fois la pression 1, 30 fois la pression 2, 20 fois la pression 3, et ainsi de suite. Voilà pour les chiffres au-dessus de 0. Mais que peuvent désigner sur une pareille échelle les chiffres qui sont, idéalement du moins, au-dessous de 0? Évidemment ils ne sont d'aucun usage et ne répondent à rien. Cependant il n'en serait pas de même avec un manomètre en U où la pression pourrait s'exercer dans les deux branches et où le 0 marquerait l'égalité de pression et serait placé à la hauteur du niveau. Dans ce cas, si l'échelle est accolée à l'une des branches, les chiffres au-dessous de 0, que nous pourrons appeler négatifs, marqueront les pressions exercées sur cette même branche, et les chiffres positifs les pressions exercées sur l'autre. Les deux séries de chiffres correspondraient donc à des actions semblables dirigées en sens opposés [1].

Revenons au baromètre ordinaire. On pourrait placer le 0 ailleurs qu'au niveau, par exemple, le fixer à la pression normale de 76 centimètres. Ce

[1] Comparer ce que nous disons plus loin du galvanomètre.

changement serait suivi de plusieurs autres dans l'interprétation des nombres. D'abord aucun nombre de l'échelle ne correspondra à la pression absolue. Pour trouver cette pression absolue, il faudra connaître la hauteur du nouveau zéro conventionnel au-dessus du zéro réel. Ensuite les pressions ne seront plus proportionnelles aux nombres correspondants, la pression 4 ne sera pas le double de la pression 2, ni la moitié de la pression 8. La proportion cependant s'appliquera aux différences ; c'est-à-dire que la différence 4 (au-dessus de 0) sera le double de la différence 2, et la moitié de la différence 8. Enfin les nombres négatifs ne seront plus opposés aux nombres positifs comme ils l'étaient dans l'autre système; ils ne correspondront plus à des pressions exercées en sens contraires; ils auront une signification analytique; ils indiqueront que la différence est en sens inverse de celle qui est marquée par les nombres positifs. On pourrait sans inconvénient intervertir l'usage des deux termes.

Ce genre de graduation est précisément celui qui a été adopté pour les thermomètres. Le 0, quel qu'il soit (dans le thermomètre Fahrenheit comme dans le thermomètre Réaumur), y indique, non l'absence de chaleur, mais un certain degré de chaleur. Il en résulte que c'est par façon de parler qu'on oppose directement le degré — 5 au degré + 5 ; les termes *chaud* et *froid* ont une signification entièrement conventionnelle et l'on pouvait attribuer au froid les degrés positifs tout aussi légitimement qu'on lui a assigné les degrés négatifs. Enfin une chaleur de 20° n'est pas le double de celle de 10°, ni la moitié de

celle de 40°. Tout serait changé, et le thermomètre serait gradué comme le baromètre, si l'on plaçait le 0 au zéro absolu de chaleur. Et dans ce dernier cas, chose encore à noter, la graduation négative de l'échelle n'aurait aucun emploi, et les degrés négatifs, aucun sens.

Cependant faisons ressortir un résultat de la graduation usuelle du thermomètre : l'on est tenté de voir en lutte deux agents, le froid et le chaud, dont l'un fait baisser et l'autre hausser la colonne mercurielle, et de se figurer qu'elle atteint le 0 quand les deux antagonistes sont de même force.

Ce point de vue, qui est faux lorsqu'il s'agit du thermomètre, est vrai pour le galvanomètre. Dans cet instrument, le 0 marque un point neutre. L'aiguille s'y arrête quand les deux courants électriques qui parcourent le fil se contre-balancent. L'aiguille, au contraire, marche de gauche à droite ou de droite à gauche suivant que l'un des courants l'emporte sur l'autre. Ici, par conséquent, les termes de *positif* et de *négatif* correspondent à des phénomènes directement opposés et se détruisant réciproquement. Il y aurait donc les plus grands inconvénients à mettre le 0 à une autre place; ce serait embrouiller à plaisir les notions et compliquer les calculs.

Puisque nous parlons de l'échelle du galvanomètre, faisons du même coup maintenant une dernière remarque. C'est que les divisions égales inscrites sur le cadran que parcourt l'aiguille ne répondent pas à des accroissements égaux du courant. Ainsi, un degré parcouru entre 30° et 31°

n'équivaut pas à un degré parcouru entre 10° et 11°. Le premier indique une augmentation dans la force du courant plus considérable que le second. L'échelle du galvanomètre diffère donc à cet égard de celles du thermomètre, du baromètre, etc., où tous les degrés sont égaux, c'est-à-dire désignent toujours un même écart entre deux valeurs consécutives du phénomène qu'elles mesurent. Mais on aurait pu, on le conçoit sans peine, adopter un autre mode de graduation, ou faire parcourir à l'aiguille une ligne telle que sa marche eût représenté fidèlement la marche de l'intensité du courant. Le galvanomètre est, en somme, gradué au rebours de certains pèse-lettres, formés d'un levier coudé dont l'aiguille parcourt sur le cadran des divisions de plus en plus petites pour le même poids en plus jeté dans le support. Cette remarque nous sera utile plus tard.

III. Le point nul de la sensation; sensations négatives.

Revenons maintenant à la sensation. Voilà un phénomène qui peut avoir des degrés d'intensité différents. Il s'agit de lui appliquer une échelle.

Si la sensation présente un point neutre, la place du zéro est naturellement indiquée. Je pense, pour ma part, qu'elle renferme ce point neutre; mais je réserve ceci pour une discussion qui viendra plus tard. Pour Fechner et la plupart des psychophysiciens, la sensation dans sa marche ascendante ne

présente ni point d'arrêt, ni point de rebroussement. Une échelle comme celle du galvanomètre ne lui conviendra donc pas. On peut sans doute placer arbitrairement le zéro, comme dans le thermomètre, et dire conventionnellement que la sensation de lumière, par exemple, est nulle quand l'éclat du corps lumineux est égal à celui de dix bougies; qu'elle est négative ou positive quand cet éclat est inférieur ou supérieur. Mais nous savons, d'un autre côté, que pour qu'une pareille graduation ne prête pas à l'équivoque, il faut toujours avoir présente à l'esprit la signification du zéro, et qu'il est utile en pareil cas de savoir de combien il s'élève au-dessus du zéro réel, du zéro absolu de sensation.

Or la sensation, nous le savons tous, peut être nulle. On peut ne rien voir, ne rien entendre, ne rien odorer, ne rien goûter, n'avoir ni froid ni chaud. Il semble donc naturel de placer le zéro de la sensation à ce zéro réel. Si c'est là ce que l'on fait et si l'échelle est convenablement tracée, la sensation 6 sera le double de la sensation 3, le triple de la sensation 2, la moitié de la sensation 12, et l'unité de sensation qui va de 0 à 1, de 1 à 2, de 2 à 3, et ainsi de suite, est la différence choisie entre deux sensations de même nature prises arbitrairement. Si l'on place le zéro à ce point, la portion négative de l'échelle devient inutile, parce qu'au-dessous de l'absence de sensation il n'y a toujours que la même absence de sensation, comme au-dessous du rien de chaleur il n'y a que le rien de chaleur. Il en est autrement quand il s'agit de pression manométrique ; après le rien de pression

vient la pression en sens contraire, la contre-pression ou l'aspiration.

Il semble qu'il n'y ait donc pour le zéro de sensation que deux genres de places possibles. Eh bien, Fechner en a trouvé une troisième. Son zéro correspond à un moment où la sensation est nulle, mais au-dessous de son zéro il y a place pour autant de sensations négatives qu'il y a de sensations positives au-dessus.

Voici sur quelle observation est fondée cette singularité. Le zéro effectif de sensation ne correspond pas uniquement au zéro d'excitation : la lumière peut être tellement faible qu'on ne la voie pas, le son tellement léger qu'on ne l'entende pas, etc. En un mot, l'impression n'est vraiment sentie que quand l'excitation a acquis une certaine importance, arrive à un certain point, et ce point est ce que l'on appelle le *seuil*. C'est à ce moment que Fechner met la sensation zéro, et les sensations négatives correspondant à ces actions non senties exercées par les excitations au-dessous du seuil [1], qui est lui-même pris pour *unité* d'excitation.

Pour le moment nous ne discutons pas la notion

[1] Voici pour les mathématiciens la mise en équation du problème d'après Fechner. $dS = k\frac{dE}{E}$ est l'équation différentielle de la loi psychophysique. En intégrant il vient : $S = k \log E + q$. Pour déterminer la constante q, Fechner pose que l'on a : $S = 0$ pour $E = b = 1$; b étant ce qu'il appelle le seuil, quantité éminemment positive. De là : $S = k \log \frac{E}{b} = k \log E$.

du seuil ; nous examinons seulement la convenance du choix du 0. Il résulte de ce choix que, lorsque l'excitation est moindre que le seuil, la sensation, quoiqu'étant toujours quelque chose, devient négative, et que, si l'excitation est nulle, la sensation atteint une valeur égale à celle de l'infini négatif. Et il ne faut pas croire que, dans la pensée de Fechner, ce soient là de simples expressions analytiques, de simples signes destinés à reconnaître et à distinguer des choses différentes sous un certain rapport seulement ; pour lui elles ont un sens réel.

Dès lors les objections se présentent en foule à l'esprit de tout le monde. Il répugne d'admettre qu'à l'excitation unité ne corresponde pas la sensation unité ; on se refuse à entendre appeler sensation négative une préparation à la sensation ; l'esprit ne conçoit pas une sensation négative infinie, que l'on ne ressent pas et qui est l'état de notre âme correspondant à l'absence d'excitation — qu'est-ce donc que j'éprouve dans le silence absolu ? Cherchant à expliquer ce que pourrait bien être la sensation négative de Fechner, j'ai dit un jour que c'est une sensation dont on n'a pas conscience[1]. Il me répond que je ne l'ai pas compris, et que ce que je dis est un non-sens. Je le veux bien ; mais c'est toujours une chose assez grave pour un savant que de n'être pas compris ; ajouterai-je que M. Wundt interprète comme moi l'expression[2] ?

[1] *Étude psychophys.*, p. 17. — Voir *Éléments*, p. 20.

[2] *Menschen-und Thierseele*, I, p. 113 : « Nous désignerons comme *inconscientes* ces sensations et ces différences de sensations que nous ne sommes pas en état de saisir, » et p. 114 : « La sensation négative in-

Qu'entend-il au surplus par là ? C'est, selon lui, ce qui manque à un certain état de l'âme pour devenir une sensation. « Sans doute, dit-il (p. 60), l'expérience n'atteint pas la sensation négative, et la conscience ne peut nous dire en aucune façon ce qui manque à la sensation pour naître ; mais la formule nous montre ce qui manque à l'excitation pour produire une sensation. » La sensation négative ne serait donc pas une sensation. Pourquoi ? Ce qui manque à quelque chose pour être une sensation, n'est-ce pas nécessairement une sensation ou bien un élément indispensable de la sensation ? Ce qui fait défaut dans ma bourse pour payer entièrement une dépense qui dépasse mes moyens, n'est-ce pas de l'argent, et de l'argent de même nature que celui qui s'y trouve ? un déficit, en un mot, n'est-ce pas toujours de l'argent manquant ? Ce qui manque à la sensation du rouge pour devenir celle du blanc, n'est-ce pas une partie intégrante de cette dernière sensation, à savoir, celle du vert ?

finie est une sensation qui est plus inconsciente que toute autre. » Je trouve dans Fechner (p. 98) une phrase qui, tout bien considéré, pourrait passer elle-même pour une espèce de concession : « Bref, dit-il, je nomme sensation inconsciente celle à qui pour exister il manque encore quelque chose, en ce qu'une condition physique incomplète pour cela est déjà réalisée. Mais qu'il y ait ou non là de la sensation, c'est ce que je tiens comme déterminé par les explications précédentes. » Enfin (p. 8 au bas) il dit encore ceci : « L'excitation descend-elle au-dessous du seuil, la sensation, suivant la formule, prend une valeur négative désignée par moi comme inconsciente. »

De plus, cette espèce d'état préliminaire, préparatoire de la sensation, est en soi quelque chose. Une pierre est fixée dans le sol ; j'essaie de l'en arracher et je n'y parviens pas : mes efforts sont pour cela trop faibles. Mais, en somme, la pierre subit un certain ébranlement, car, si un effort égal à 1 ne l'arrachait pas un peu, un effort égal à 100 ne l'arracherait pas davantage. Et, dans tous les cas, serait-il rationnel d'appeler cet état un arrachement négatif? ne devrait-on pas plutôt réserver cette expression au résultat d'un action qui aurait pour but de la fixer davantage au sol ? Une corde sonore peut en faire vibrer une autre par sympathie. Si le son de la première n'est pas assez intense, la seconde restera muette ; dirai-je qu'elle exécute des vibrations négatives ? Non ! ce langage prête gratuitement à la confusion. Je n'insiste pas sur la sensation négative infinie !

Je ferai encore ressortir une singulière conséquence de cette formule. L'excitation-unité, le seuil, comme on l'appelle, est nécessairement très petite, et entre elle et l'excitation la plus forte il y a une distance considérable. Comparez cet éclat du soleil que l'œil peut supporter, avec la faible lueur phosphorescente à laquelle il se montre déjà sensible. Que de sensations différentes sous le rapport de l'intensité peuvent trouver place dans cet intervalle ! En revanche, entre cette excitation-unité et rien il n'y a qu'un écart insignifiant, et cependant il suffit pour qu'il donne place à des sensations négatives depuis 0 jusqu'à l'infini ! Entre ne rien entendre et saisir par l'ouïe la marche d'un insecte dans l'herbe

ou le froissement de la feuille sous la dent d'une chenille, il y a l'infini !

Voici encore une autre objection que cette étrangeté suscite à l'esprit de Langer. Si, dit-il, on fait agir ensemble les deux excitations dont l'une donne la sensation + S et l'autre la sensation — S, on devrait avoir une sensation nulle. Je sais bien que l'argumentation revêt, aux yeux de Fechner, une apparence sophistique : dans son idée, la sensation — S n'est pas destructive de la sensation + S, elle est un acheminement vers celle-ci. Mais Fechner, qui me paraît très embarrassé dans sa réponse (p. 38 et suiv.), ne s'aperçoit pas, me semble-t-il, de la puissance de cette objection et du trouble apporté dans toute sa psychophysique par cette notion obscure et contradictoire de la sensation négative [1]. Quand de sa formule l'on tire les deux sensations + S et — S, si l'on ne peut pas les ajouter l'une à l'autre, on se demande vraiment comment un esprit aussi judicieux et aussi distingué peut croire qu'elle donne la mesure de la sensation.

[1] Fechner a recours à une comparaison pour montrer la prétendue erreur de Langer. Le cosinus d'un angle de 0° est égal à 1 ; et celui de l'angle de 180° est égal à — 1. Si j'additionne les deux angles, j'ai toujours un angle de 180° dont le cosinus continue à être égal à — 1, tandis que la somme des cosinus est 0. Donc, conclut-il, cette manière d'argumenter est peu concluante. La comparaison est fautive à tous égards. Quand on additionne les cosinus on n'additionne ni en tout ni en partie les angles ; mais quand on accumule des excitations, on fait croître la sensation.

L'intensité totale de ce phénomène ne serait-elle pas le résultat de l'accumulation d'intensités partielles ?

Je le répète, de peur qu'on ne s'y méprenne, ces reproches sont simplement mathématiques. Quand il s'agit de formules s'appliquant à des choses abstraites, on peut à son choix changer l'origine ou les unités ; cela est impossible quand il s'agit de choses concrètes. C'est une erreur à laquelle sont exposés déjà bon nombre de mathématiciens, « qui veulent, avant toute discussion du problème, interpréter toute espèce de résultat » [1], et les philosophes surtout doivent l'éviter et avoir soin de distinguer un signe analytique d'avec une valeur réelle.

IV. Du choix de l'unité.

Cette partie de la discussion a une portée du même ordre que celle qui précède. La formule de Fechner a passé sous bien des yeux, et une seule personne, que je sache, en a su faire ressortir nettement le côté faible. Je l'avais comme pressenti à l'époque où je rédigeais mon premier mémoire [2], mais je présentais moi-même une formule rationnelle qui, bien qu'ayant une identité presque complète avec celle de Fechner, était irréprochable, je crois, sous le rapport mathématique, et je n'avais pas vu dans toute son étendue la faute dans laquelle est tombé le créateur de la psychophysique. Un

[1] *Étude psychophys.*, p. 17. — *Éléments*, etc., p. 20.
[2] *Ibid.*, p. 13 et 14.

grand nombre des judicieuses réflexions de Hering, de Langer, de Brentano, etc., ont été suggérées à leurs auteurs par le sentiment inconscient de cette lacune.

Au début du chapitre précédent, je disais que l'intervalle entre deux nombres consécutifs tracés sur l'échelle de mesure est censé rempli par une certaine quantité de la chose à mesurer, et que cette quantité constitue l'unité de mesure pour cette chose. Quand donc on évalue l'intensité d'une sensation, on doit pour cela se servir d'une unité de sensation. Cette unité s'ajoutera à elle-même, et l'on aura ainsi la sensation = 1, la sensation = 2, la sensation = 3. C'est la condition qui seule permet de la traduire en nombre; et, si cette condition n'est pas remplie, toute la loi psychophysique, c'est-à-dire toute relation entre l'excitation et la sensation, n'a pas de portée ni de sens.

Dans mon *Étude psychophysique*[1], pénétré de la rigueur de cette exigence, je m'exprimais ainsi : « Un homme gravit une montagne. Dans son ascension il effectue un certain travail qui s'évalue par le poids de son corps et la hauteur à laquelle il s'est élevé. Pour chaque mètre franchi il y a la même quantité de force dépensée. L'épuisement du corps est ici le phénomène objectif, tout à fait assimilable à la dépense du combustible dans une locomotive. Mais à ce phénomène corporel correspond un phénomène subjectif, incommunicable, intraduisible par la parole, c'est la fatigue. La fatigue, elle aussi,

[1] Voir *Éléments*, etc., p. 4 et suiv.

croît avec la hauteur à laquelle on parvient, mais elle croît beaucoup plus vite que la dépense de force. Le millième mètre ne demande pas plus de travail que le premier, et cependant il produit plus de fatigue. D'après quelle loi croît-elle ? Il y a sans doute une étroite relation entre l'épuisement du corps et la fatigue ; mais quelle est cette relation ? Pour la trouver, il n'y a qu'un seul moyen : c'est d'inscrire en face de l'échelle des hauteurs l'intensité respective de la fatigue aux différents points de la montagne. *Pour cela il faudrait mesurer la fatigue, pouvoir la rapporter à une unité de fatigue et l'exprimer en nombres : fatigue* = 1, *fatigue* = 2, *fatigue* = 3, *etc.* Or c'est là une très grande difficulté. Et pourtant il faut la surmonter si l'on veut jeter du jour sur la question et rechercher la cause de la fatigue. »

Plus loin, faisant remarquer que l'intensité de la sensation ne croît pas proportionnellement à l'intensité de la cause extérieure qui la provoque, j'ajoutais : « Ici encore, il serait nécessaire, pour trouver la loi d'accroissement du phénomène psychique de la sensation, *de lui appliquer une mesure* et de le traduire en nombre. »

Enfin, au moment d'exposer les méthodes employées jusqu'alors en psychophysique, je dis encore : « A proprement parler, ces méthodes conduisent seulement à une loi formulant les rapports de l'excitation et de la sensation, et, par suite, elles ne pourraient fournir que la mesure *relative* des sensations. Mais, comme les inventeurs de la loi prennent pour unité de sensation la sensation

différentielle, c'est-à-dire la plus petite sensation perceptible, on peut dire de cette loi, et, par conséquent, de ces méthodes, qu'*elles conduisent à la mesure* des sensations. »

Ce dernier passage, un peu vague, dénote assez que mon attention avait été attirée, mais non fixée, sur le point défectueux de la loi logarithmique. Mais la lumière s'est faite complètement à mes yeux et je me suis rendu exactement compte du vice fondamental de la formule de Fechner, à la lecture dans la *Revue scientifique*, de la lettre d'un mathématicien français qui alors n'a point dit son nom, mais qui depuis s'est fait connaître.

L'auteur ne connaissait pas la matière; il avait lu seulement un exposé fait par M. Ribot des résultats de la psychophysique. Naturellement il commet des erreurs plus ou moins graves; mais, à travers les hésitations de tout homme qui s'aventure sur un terrain qui ne lui est pas familier, il a su mettre en relief le point faible de l'équation qui, pour le créateur de la psychophysique, sert de base à sa théorie. « Comme on ne peut, dit-il [1], prendre le logarithme que d'un nombre et que le logarithme d'un nombre est un nombre, il faut, pour que la loi de Fechner ait un sens, que la sensation et l'excitation y soient remplacées par des nombres. Il serait utile de dire comment on parvient à ces nombres, de quelle mesure ils sont l'expression, au moyen de quelle unité on les obtient. C'est de cette manière que l'on procède en physique; c'est

[1] Voir *Éléments*, etc., p. 107.

avec un soin minutieux que l'on définit les unités, que l'on décrit les procédés de mesure, que l'on fixe le sens des nombres. Rien de pareil ici. On se borne à établir entre deux termes dont aucun [1] n'a de sens précis une relation où figure une fonction transcendante. »

Passant à la critique de la formule de Fechner, $S = k \log \frac{E}{b}$, il ajoute ensuite : « Sous les restrictions que j'ai faites plus haut, je comprends à peu près le second nombre de l'équation différentielle, mais le premier, Monsieur ! Qu'est-ce donc que la différentielle dS de la sensation ? Quand on ne sait pas surtout ce que signifie la différence de deux sensations, comment peut-on bien parler de la différentielle d'une sensation ? » Et il conclut en ces termes ironiques : « Au fond, il n'y aurait, je crois, qu'un moyen d'entendre la loi de Fechner : ayant défini l'excitation E d'une façon précise, on définira la sensation S par la formule $S = k \log \frac{E}{b}$. Toutes les définitions sont permises ; mais vraiment... j'ai ce logarithme-là sur le cœur. »

Et, en effet, c'est bien ainsi que Fechner définit la sensation et, pour lui, la sensation-unité, c'est celle que l'on ressent quand le second membre de l'équation est égal à 1 [2].

[1] C'est là une erreur : l'excitation a un sens précis. Le critique anonyme a d'ailleurs plus tard abandonné ce grief.

[2] C'est aussi la définition de l'unité de sensation d'après Wundt (*Menschen-und Thierseele*, I, p. 116).

Convaincu de la justesse absolue de cette argumentation, j'étais obligé, dans ma réponse, de circonscrire la polémique autour de mes formules et d'abandonner celles de Fechner. Voici ce que j'écrivais : « Supposons que l'on construise une échelle de teintes différentes allant du sombre au clair, et choisies de façon que les contrastes *sensibles* entre deux teintes voisines soient tous égaux, en plaçant le 0 à une teinte quelconque, les chiffres positifs d'un côté, les chiffres négatifs de l'autre, j'aurais certainement une échelle qui mesurerait la sensation de lumière ou d'obscurité à la façon dont un thermomètre plus ou moins exact mesure la chaleur. Sans doute cette échelle serait défectueuse en ce sens que la mesure ne partirait pas du zéro absolu ; mais ce défaut lui serait commun avec nos thermomètres. Il vaudrait mieux, sans contredit, avoir une échelle comme le baromètre qui mesure la pression de manière que le zéro de l'échelle corresponde au zéro de pression. Ce désideratum, j'ai essayé de l'obtenir. Il suffit, en effet, pour cela de faire commencer les teintes sombres à une lumière égale à 0, c'est-à-dire à l'obscurité complète, et *de prendre pour unité de mesure le contraste entre deux teintes quelconques voisines ou éloignées.* Si maintenant on me demande où se place la sensation 0, elle se place à ce moment où l'organe n'est soumis qu'à sa propre excitation physiologique normale. » Puis je montrais comment dès lors le problème devait se mettre en équation [1].

[1] Voici, pour les mathématiciens, la suite de mes for-

On le voit, la sensation est, dans ce procédé, mesurée par une unité de sensation. Qu'elle le soit bien ou mal, peu importe pour le moment; mais le principe est sauf. Dans Fechner [1], la sensation est mesurée par l'excitation, et il s'en explique même très clairement (page 1) dans un passage déjà cité. « S'il est, dit-il, impossible d'obtenir la mesure de la sensation par la superposition intérieure de sensations, de la même manière qu'on mesure extérieurement un morceau d'étoffe au moyen du mètre, cependant on peut la faire reposer sur le rapport de dépendance qui existe entre la force de l'excitation et celle de la sensation provoquée par elle et, de cette façon, mesurer la sensation intérieure par un mètre extérieur. » C'est là une pure illusion. La sensation doit être mesurée par son unité naturelle qui ne peut être qu'une sensation; l'excitation à son tour doit l'être par une unité d'excitation. De cette manière la sensation et l'excitation sont réduites en nombres. C'est seulement quand cette réduction est opérée qu'on peut comparer les nombres et voir s'ils sont soumis à une loi; et c'est seulement quand la loi est découverte qu'on peut se contenter de

mules : $dS = k\frac{dE}{C+E}$, C étant une constante représentant l'excitation interne naturellement propre à l'organe. Intégrant il vient : $S = k \log (C+E) + q$; en posant que pour $E = 0$, on a $S = 0$, on détermine la constante q, et l'on a définitivement : $S = k \log \frac{C+E}{C}$. Plus tard je donnerai un autre mode de déduction (voir page 142).

[1] Voir note à la fin du volume.

prendre la mesure de l'excitation et déduire par le calcul celle de la sensation.

V. De la concordance des échelles doubles.

On peut aujourd'hui très légitimement mesurer l'espace parcouru par un corps qui tombe en évaluant simplement le temps écoulé depuis le commencement de la chute, et réciproquement; mais auparavant il a été nécessaire d'établir qu'il y a une relation constante entre ces deux quantités. Pour obtenir cette relation on a réduit le temps en nombre en le rapportant à la seconde, l'espace en nombre en le rapportant au mètre, puis, en face des nombres des temps écoulés, 1, 2, 3, 4... on a inscrit les nombres des mètres parcourus, 5, 15, 25, 35... En comparant ensuite ces deux séries de nombres on a vu que, pendant que les uns croissent d'une unité, 1, 2, 3, 4..., les autres croissent proportionnellement à la suite des nombres impairs, 1, 3, 5, 7... D'où l'on a déduit la loi connue que l'espace parcouru est proportionnel au carré du temps.

Rien de semblable dans Fechner. *A priori* la mesure de la sensation est donnée par l'excitation. Je sais bien qu'il connaît ces principes mathématiques aussi bien et mieux que moi (voir ses *Éléments*, t. II, p. 18); mais il ne les applique pas, et ne peut les appliquer. Qu'est-ce que sa sensation-unité? C'est celle qui correspond non à l'excitation-unité, mais à une excitation fonction de la base du système logarithmique appliqué. Soit! mais quelle est la grandeur de cette excitation? Elle dépend du

seuil. Or, la place du seuil est variable (voir plus loin, p. 139), et avec lui change non-seulement la valeur numérique, mais aussi la valeur absolue de l'excitation et par conséquent de la sensation-unité. Par conséquent cette sensation-unité n'a pas les qualités requises pour servir d'unité; elle est fallacieuse et insaisissable. D'ailleurs la construction de la formule en est absolument indépendante.

Dès lors il est impossible de se faire aucune idée de ce que peut être la quantité de la sensation. Et voici d'où provient cette erreur. Nous sommes tellement familiarisés avec l'emploi de certains instruments de physique que nous oublions les principes et les théories qui ont guidé les inventeurs. Il nous semble, par exemple, que nous mesurons la chaleur par le thermomètre. Mais, en réalité, on a d'abord mesuré la chaleur par la chaleur et on l'a fait croître successivement par unités toujours égales; on l'a ainsi représentée par un nombre; puis on a mesuré la dilatation du mercure dans le tube thermométrique au moyen d'une unité de volume; et l'on a vu ensuite qu'il y a proportionnalité entre l'accroissement de chaleur d'un côté et l'accroissement de volume de l'autre. Ce n'est qu'à ce moment qu'on a pu substituer une mesure à l'autre. Il en est de même du baromètre. Ces mesures indirectes prêtent d'autant plus à l'illusion qu'il y a parallélisme complet entre la marche de l'instrument et celle du phénomène, et l'on est facilement porté à prendre à la lettre ces expressions inexactes : le thermomètre mesure la température, le baromètre mesure la pression atmosphérique.

Il n'en est plus tout à fait ainsi, à la rigueur, quand les deux phénomènes en dépendance réciproque ont des marches différentes. Ainsi on ne peut plus dire aussi bien que le temps de la chute mesure l'espace parcouru, ou que la distance angulaire décrite par l'aiguille du galvanomètre mesure l'intensité du courant; ou, pour en revenir à la sensation, que la hauteur à laquelle celui qui fait une ascension se trouve parvenu donne la mesure de sa fatigue.

Toute mesure indirecte d'un phénomène par un autre phénomène est donc subordonnée à la construction de deux échelles, où sont inscrits respectivement les nombres des intensités croissantes de ces mêmes phénomènes. Il s'agit maintenant de faire concorder ces deux échelles. Il va de soi, semble-t-il, que les nombres inscrits de part et d'autre doivent être en stricte correspondance. J'ai, par exemple, mesuré l'espace parcouru et le temps nécessaire à le parcourir ; je dois inscrire en face de chaque division métrique la seconde ou la fraction de seconde que marque l'horloge quand le corps lancé dans l'espace passe devant elle, ou bien inscrire en face des chiffres du temps le nombre des mètres parcourus au bout de chaque seconde. Pour obtenir une concordance parfaite je ferai partir mes deux colonnes de chiffres du commencement des deux phénomènes comparés, c'est-à-dire, dans l'exemple choisi, du moment où le corps ne tombe pas encore, et je ne marquerai le temps que dès le début de la chute, et non avant ou après, de peur d'embrouiller les comptes. De sorte qu'en face de

l'espace 0 se trouve le temps 0. Or cette condition n'est pas non plus remplie dans Fechner. Nous l'avons vu dans le chapitre précédent, en face de l'excitation 0 est inscrite la sensation = l'infini négatif; et en face de la sensation 0 est inscrite l'excitation = 1. C'est là, à première vue, une étrange anomalie, dont nous examinerons la raison plus tard.

Ce n'est pas qu'il n'essaie de la justifier *à priori*, en dehors de toute considération spéciale. Il rappelle, par exemple, que les logarithmes présentent la même particularité : le logarithme de 0 est l'infini négatif, celui de l'unité est 0. L'argument est fautif : un simple changement dans la définition du logarithme fait disparaître la singularité. Quelques mots mettront ce point en évidence.

Comment définit-on vulgairement le logarithme? Si, dit-on, on écrit en dessous l'une de l'autre deux progressions, l'une arithmétique commençant par 0, et l'autre géométrique commençant par 1, la somme de deux quelconques des termes de la première correspond pour le rang au produit des termes du même rang dans la seconde. Si donc la progression arithmétique contient la suite des nombres naturels, 0, 1, 2, 3..., on voit que l'on peut définir le logarithme d'un nombre, la quantité qui indique son rang dans une progression géométrique commençant par l'unité. Sans doute, en adoptant cette définition, on arrive à cette singulière anomalie que le premier terme de la progression géométrique a le rang 0, que le second terme a le rang premier, etc.; en un mot, que le rang d'un terme, qui par essence

est une quantité positive, peut être représenté par une quantité nulle. On en viendra ainsi à imaginer des rangs fractionnaires tels que les logarithmes de 2, de 3..., de 11, de 12, etc. De là ensuite, par analogie, des rangs négatifs pour les fractions — autre anomalie.

Mais qui ne voit que ces anomalies, ne présentant d'ailleurs aucun inconvénient, disparaissent en partie, dès que l'on modifie tant soit peu la rédaction du principe en le rendant même plus général, par exemple, dès que l'on fait commencer les deux progressions non par 0 et l'unité, mais chacune par leur raison? Or, si la raison de la progression arithmétique est l'unité, on a la suite des nombres naturels, et comme ils marquent le rang des termes de la progression géométrique, la définition donnée précédemment du logarithme reste vraie, rigoureuse et exempte d'anomalie : 1 est le logarithme du premier terme de la progression géométrique ; 2, celui du second terme; et ainsi de suite. Un simple changement analytique a produit cette correction, et les logarithmes nuls et négatifs n'ont plus qu'une signification purement analytique.

Est-ce le cas quand il s'agit de sensations et d'excitations? Peut-on confondre la signification analytique avec le signification réelle, quand cette dernière existe?

Fechner dit encore qu'une courbe peut avoir une ordonnée finie correspondant à une abscisse nulle. Mais un simple recul de l'origine supprime l'argument. On est toujours libre de faire des changements analytiques; on est libre, en un mot, de faire glisser

sur elle-même l'une des deux échelles ; mais, dès ce moment, les nombres qui y sont inscrits cessent de représenter des quantités, ce ne sont plus que des numéros d'ordre, et ils ne marquent plus l'union intime qu'il y a entre les deux phénomènes.

Fechner accumule les similitudes pour montrer qu'un phénomène qui dépend d'un autre peut commencer après cet autre (p. 93 et suiv.). Il fait nuit, le soleil avance ; et pourtant le jour, qui dépend de la marche du soleil, n'éclatera que quand l'astre apparaîtra au-dessus de l'horizon. Je veux bâtir une maison, mais je n'ai pas assez d'argent ; j'économise peu à peu, c'est seulement quand j'aurai amassé une certaine somme que je pourrai commencer mon entreprise. On pourrait imaginer de semblables exemples à l'infini : un vase ne déborde que si le liquide arrive à une certaine hauteur ; le réveil ne tombe que si l'aiguille vient se placer sur une certaine minute ; on n'est majeur qu'à 21 ans accomplis. Il conclut qu'une condition imparfaitement remplie ne fait pas que la chose reçoive un commencement d'exécution. Non, sans doute, dans les exemples cités, parce qu'il n'y a entre la condition et la chose qu'un rapport artificiel. Mais s'il s'agit du rapport réel qui les unit, l'appréciation change : il fait jour partout où le soleil se montre, l'escarcelle et le vase se remplissent, le temps s'écoule et le citoyen gagne de l'âge. Il y a un rapport naturel, essentiel entre la sensation et l'excitation, et il ne sera pas détruit, parce qu'on se sera plu à n'accorder au phénomène le nom de sensation que lorsqu'il sera arrivé à un certain degré.

VI. Du seuil.

Quelle raison a donc Fechner de ne pas faire subir à ses formules les modifications, en somme très simples, qui les purgeraient de quelques-uns des vices signalés jusqu'à présent? Cette raison, il la trouve dans le fait déjà annoncé du seuil *(die Schwelle)*. Il y a un seuil de l'excitation *(Reizschwelle)*, un seuil différentiel *(Unterschiedsschwelle)*, des seuils de rapport, de sensation, de mélange *(Verhältniss-Empfindungs-Mischungsschwelle)*.

C'est autour de la théorie du seuil que roule toute la psychophysique de Fechner, et on la rencontre déjà dans la psychologie de Herbart [1]. Fechner ne me ménage pas le reproche de n'en tenir aucun compte ou, du moins, de la rejeter à l'arrière-plan (p. 31, 82, 95, etc.) Il est une chose certaine d'ailleurs : c'est que tout le monde l'accepte, tandis que je n'en ai parlé qu'incidemment [2]. On l'introduit même dans le domaine de la physiologie pure. C'est ainsi que Preyer, dans sa *loi myophysique*, fait intervenir le seuil de l'extension *(Dehnschwelle)*.

Qu'est-ce donc que le seuil?

Si entre un écran et deux lumières on place un corps opaque, il y aura deux ombres projetées sur l'écran. Éloigne-t-on l'une des lampes, l'ombre qu'elle projette va s'affaiblissant, puis elle disparaît [3].

[1] Voir *Revue philosophique*, 1876, juillet, p. 16, l'article de M. Ribot sur *la philosophie de Herbart*.

[2] Voir *Éléments*, p. 18 et p. 194 et suiv.

[3] Fechner, *Éléments de psychophysique*, I, p. 243.

L'ombre est toujours là à la même place; elle est un peu plus sombre que ce qui l'entoure; néanmoins, on a beau diriger fixement ses yeux sur l'endroit précis où elle se peint, on ne parvient pas à la distinguer. Pendant le jour, c'est vainement qu'on cherche dans le ciel les étoiles qui à la tombée de la nuit s'allument tour à tour.

La sensation ne commence donc pas avec le 0 d'excitation ; l'excitation doit avoir acquis une certaine intensité, atteint un certain seuil, pour que la sensation se manifeste.

Reprenons l'expérience. En supposant que les pouvoirs éclairants des deux lampes soient égaux et qu'elles soient à la même distance des deux ombres, celles-ci seront semblables et jugées telles. Porte-t-on l'une des lampes à une distance plus grande, le fond et l'ombre qu'elle éclaire vont s'assombrir de la même quantité absolue, et, par conséquent, cette ombre perdra en éclat relatif et tranchera davantage sur le fond. Au contraire, l'ombre qu'elle projette, ne perdant effectivement rien, gagnera en éclat relatif. Les contrastes réels ne seront donc plus égaux ; et cet effet se produit dès que l'on recule si peut que ce soit l'une des lampes ; pourtant la différence ne sera visible que lorsqu'elle aura atteint une certaine valeur. Et, en général, que les lampes envoient une lumière intense ou faible, pour qu'une inégalité s'aperçoive, il faut qu'elle ait une certaine importance et qu'elle atteigne le seuil différentiel. Une cloche ébranle au loin les airs. On n'entend rien. Mais on se rapproche, et l'on commence à saisir un son vague. Il conserve

pendant quelque temps ce même caractère jusqu'à ce que, brusquement, semble-t-il, on remarque qu'il est devenu plus distinct. Puis, de nouveau, après une certaine période de constance apparente, il se manifeste tout à coup un second changement notable, et ainsi de suite. La sensation a donc l'air de se développer par soubresauts, par saccades; elle a ses phases conscientes et ses phases inconscientes, comme l'air dans les tuyaux d'orgue a ses phases de dilatation et de condensation. Et, pour continuer l'image qui a fourni le mot seuil, on dirait qu'elle monte les marches d'un escalier à mesure que l'excitation persiste à croître, pour sa part, d'une manière insensible. Elle tarde d'abord à faire son apparition, puis bientôt elle franchit une première marche : c'est le seuil de l'excitation ; puis elle en gravit une seconde, une troisième : ce sont les seuils différentiels, les seuils des différences sensationnelles.

En résumé, entre deux sensations, si rapprochées qu'elles soient, il y a une différence finie, et la première lueur de sensation, si faible qu'elle soit, est une sensation finie.

Voilà le fait, et, sans entrer dans de plus amples développements, on voit comment il se rattache aux difficultés qui ont été précédemment examinées.

Avant de pénétrer dans le fond du débat, je veux cependant opposer à cette théorie un argument *à priori* et montrer que, interprétée dans toute sa rigueur, elle conduit à des conséquences inadmissibles.

Pour les excitations en nombre indéfini renfer-

mées entre deux limites, le nombre des sensations est fini. Ainsi un même bec de gaz peut fournir une infinité de degrés de lumière différents, suivant la position du robinet, depuis une lueur à peine perceptible jusqu'à la flamme la plus éclatante. Et, dans cet intervalle, il n'y a place que pour un nombre restreint de sensations distinctes de lumière. Il s'ensuit que chacune de ces sensations peut être produite par des excitations assez variées sous le rapport de l'intensité, puisque, du moment où elle apparaît jusqu'au moment où elle fait place à une autre, on fait décrire au robinet, d'une facon continue, un certain angle augmentant ainsi peu à peu l'éclat de la flamme. Prenons-la au moment où une autre sensation plus forte va lui succéder, et faisons, par la pensée, abstraction de tout ce qui s'est passé auparavant. Voilà une certaine sensation provoquée par une flamme d'une intensité déterminée. Soutiendra-t-on maintenant qu'il suffit que la flamme augmente d'une infiniment petite quantité pour que la sensation franchisse un degré? ou bien exigera-t-on que le robinet décrive de nouveau un angle égal ou à peu près égal à celui qu'il a tantôt parcouru? Si l'on opte pour la première alternative, on va à l'encontre de l'expérience, qui nous apprend que la sensation ne distingue pas ce qui ne diffère que de très peu, et l'on méconnaît même la théorie basée sur le seuil. Si l'on choisit la seconde alternative, qui me paraît être la seule acceptable, en continuant le même procédé, on parviendra à insérer autant de sensations que l'on voudra dans l'intervalle de deux excitations entre lesquelles il n'y a, prétend-on, place que pour une sensation.

Je pense donc, pour ma part, qu'à chaque excitation déterminée correspond une sensation aussi déterminée, bien entendu quand toutes les circonstances restent les mêmes. Ainsi, pour en revenir à l'exemple choisi, à chaque position du robinet il y a une sensation différente. Mais, d'un autre côté, je concède que, pour que la conscience fasse une distinction entre deux sensations, il faut qu'il y ait entre elles une différence finie.

Or, je n'accorde à ce fait aucune importance. Je dis que ce caractère de discontinuité que l'on croit être spécial aux phénomènes internes de la sensation est commun à tous les phénomènes naturels réels, extérieurs et intérieurs, appartient en un mot au mouvement comme au changement et ne doit pas être pris en considération.

VII. De la discontinuité dans les phénomènes naturels.

Voilà ma thèse, et, sous cette forme, elle n'est qu'un cas particulier d'une proposition beaucoup plus générale : l'infiniment petit se conçoit, mais ne peut se percevoir. L'infiniment petit existe pour la pensée, mais n'existe pas en réalité. En abstraction, l'infiniment petit est plus que le rien et n'est pas encore quelque chose; en fait, il n'est rien. Par conséquent, deux choses qui ne diffèrent que d'un infiniment petit sont rigoureusement égales. Deux lignes, deux surfaces, deux volumes, du moment qu'ils ne sont pas équivalents, l'emportent l'un sur

l'autre d'une certaine étendue finie, appréciable et mesurable. Deux poids sont les mêmes, ou il y a entre eux la différence d'un certain poids fini.

Appliquons ce principe aux mouvements extérieurs. Il en résulte que, si deux molécules ne sont pas indifférentes l'une à l'égard de l'autre, elles s'attirent ou se repoussent avec une force déterminée et finie. De là, pour les séparer ou pour les rapprocher, il faudra aussi une force finie ; toute force moindre n'amènera pas ce résultat et ne fera que le préparer. Un thermomètre est plongé dans l'eau, et il en marque la température. J'échauffe cette eau. Le thermomètre ne se mettra pas tout de suite à monter, c'est-à-dire qu'on peut échauffer l'eau d'une quantité finie assez faible pour que le thermomètre ne bouge pas. Et quand il se sera mis en mouvement, puis arrêté, il marquera exactement la température du liquide, ou bien il ira au delà ou restera en deçà d'une quantité en soi appréciable. Si l'on avait un thermomètre idéal, parfait, les choses ne se passeraient pas ainsi. Mais, du moment que l'on a affaire à des molécules matérielles, elles ont nécessairement un certain degré fini de cohésion. Le gaz parfaitement élastique, tel que le définit Clausius, n'existe pas. Le thermomètre à air, le plus exact des thermomètres, est encore imparfait.

La continuité existe-t-elle au moins dans le mouvement ? Pas le moins du monde. Sans doute, s'il s'agit du mouvement théorique, où tout est abstraction, mobiles, points matériels, centre de gravité, espace absolument vide, dans ce cas, l'on peut affirmer la continuité. Mais le mouvement réel, les

mobiles réels, c'est tout autre chose, et dans la réalité, la continuité ou, pour employer ici un mot plus exact, l'uniformité n'existe pas.

Comment, dira-t-on, un corps lancé, abandonné à lui-même, ne va pas ralentir progressivement sa course? Assurément non. Considérons une molécule de ce corps. Cette molécule rencontre une molécule d'air, et son mouvement est diminué d'une quantité finie; elle poursuit néanmoins sa course d'un pas uniforme: ce pas est un peu plus lent; mais elle marche pendant quelques instants, jusqu'à ce qu'elle rencontre une seconde molécule d'air qui lui fait éprouver un nouveau choc et un nouveau ralentissement; et elle continue ainsi jusqu'à ce que toute sa force d'impulsion soit épuisée goutte à goutte. Or le corps se compose de molécules, et le choc subi par l'une se répartit, se divise sur toutes les autres; mais les résultats de la division restent finis.

Imprime-t-on au contraire une certaine vitesse à un corps matériel, le choc se propage de molécule à molécule dans son intérieur; les molécules, lancées les unes contre les autres, se repoussent, puis se relancent de nouveau, et l'ébranlement général persiste indéfiniment, tout en variant sans cesse de figure et d'aspect.

Et quant au mouvement continu, comme celui des planètes dans les espaces éthérés, on doit se le figurer comme étant accompagné de soubresauts moléculaires revêtant une apparence de périodicité. C'est ainsi que se meut la Terre, continuellement secouée dans toute la profondeur de sa masse. Je viens de dire une apparence de périodicité. C'est

qu'il n'existe même pas de périodicité dans le sens strict du mot. Si une portion quelconque de matière pouvait, après un temps donné, revêtir un état identiquement semblable à un état antérieur, toutes ses manières d'être intermédiaires seraient des effets sans cause.

J'ai été autrefois frappé d'une expérience de M. Plateau [1]. Voici la question qu'il s'était posée : Ne serait-il pas possible de soutenir en l'air une aiguille aimantée, sans aucun point d'appui et dans un état d'équilibre stable, par les actions émanées d'autres aimants convenablement disposés? On voit tout de suite quel rapport il y a entre ce problème et la légende du tombeau de Mahomet aussi suspendu dans le vide par un puissant aimant.

Après avoir tenté de réaliser la chose expérimentalement sans jamais y réussir, le savant physicien s'était ensuite convaincu par le calcul qu'elle était impossible. Mais de ses formules il déduisit certaines positions d'équilibre curieuses. Voici celle qui se rattache à mon sujet. Je laisse la parole à l'éminent professeur, détachant de son Mémoire les passages qui nous intéressent spécialement :

« Supposons qu'on suspende verticalement un puissant aimant en fer à cheval, les pôles en bas, puis qu'on amène sous les surfaces polaires une aiguille aimantée placée horizontalement et tournée de manière que chacun de ses pôles soit attiré par le pôle situé au-dessus de lui. Il y aura nécessaire-

[1] *Sur un problème curieux de magnétisme.* Mémoires de l'Académie de Belgique, tome XXXIV.

ment une distance aux surfaces polaires, pour laquelle le poids de l'aiguille fera exactement équilibre à l'attraction de l'aimant..... Dès lors, en vertu de ce qui précède, l'équilibre de l'aiguille entière sera stable horizontalement dans toutes les directions, et instable verticalement, de sorte que l'aiguille, abandonnée à elle-même, ou bien tombera, ou bien s'élancera à l'aimant.

« Maintenant, imaginons deux chaînes en fil de cuivre attachées l'une à la tête, l'autre à la pointe de l'aiguille, et descendant jusqu'à un support horizontal sur lequel reposent leurs parties inférieures. Si ces chaînes sont assez légères, il est clair qu'il y aura encore une hauteur à laquelle le poids de l'aiguille, plus celui des parties descendantes des deux chaînes, fera équilibre à l'action attractive de l'aimant; mais alors l'équilibre sera permanent... J'ai essayé l'expérience, et l'équilibre permanent s'est réalisé... Cette expérience présente un fait singulier, qui au premier abord semble paradoxal... L'aiguille étant placée sur la tablette du support... on fait monter celui-ci jusqu'à ce qu'elle soit près de céder à l'attraction magnétique, et on la fixe à cette hauteur. » En prenant certaines précautions, on peut soulever l'aiguille successivement à différents points, tout en la maintenant horizontale, de manière à dresser « les chaînons les uns après les autres, sans que l'aiguille tombe ou s'élève d'elle-même, jusqu'à ce qu'on atteigne une limite... au-delà de laquelle l'aiguille s'élancerait à l'aimant entraînant les chaînes après elle. » Dans cette expérience, le poids soulevé augmente suivant une progression arithmétique

dont la raison est chaque fois le poids de deux chaînons. D'un autre côté, la distance de l'aimant à l'aiguille diminue chaque fois de la longueur d'un chaînon, et la puissance attractive de l'aimant croît suivant une loi plus rapide (la loi du carré des distances); et il suffit, pour que l'équilibre se maintienne, que l'excès de l'attraction sur le poids de l'aiguille et des chaînons soulevés soit inférieur au poids d'un chaînon.

Nous pouvons modifier légèrement l'expérience, supposer un aimant qui soulève une chaîne reposant sur un support, et imaginer que la puissance attractive de l'aimant aille en croissant progressivement. La chaîne va s'élancer par bonds vers l'aimant, soulevant ses chaînons un à un et tour à tour. Si maintenant nous remplaçons dans notre pensée les chaînons par des molécules, la chaîne fictive se dressera en apparence d'une manière uniforme et permanente, mais manifestera en réalité un mouvement discontinu, saccadé, intermittent; chaque molécule quittera à un moment donné le support et restera quelque temps en repos, jusqu'à ce qu'une nouvelle molécule s'en détache à son tour. Le phénomène, pour s'être appliqué à des parties plus petites, n'aura nullement changé d'allure.

En résumé donc, tout corps en mouvement avance à la façon des aiguilles d'une montre, par petits sauts intermittents. Sans doute ces sauts ne font pas qu'entre deux positions qui se suivent il n'y ait pas une infinité d'intermédiaires possibles. Nous les concevons sans doute, mais nous ne les percevons pas. Il y a plus ; nous ne voyons pas néces-

sairement tous les sauts qui se produisent sur le cadran. L'aiguille des heures, celle des minutes font autant d'enjambées brusques que l'aiguille des secondes, seulement on ne les voit pas, et, pour notre œil, leur mouvement se décompose en étapes successives comprenant un plus ou moins grand nombre de ces sautillements. Ainsi, tout bien considéré, les caractères du mouvement perçu sont de même nature que ceux du mouvement réel.

Ce que nous disons du mouvement — phénomène extérieur — s'applique exactement au changement — phénomène intérieur. Ici encore, nous concevons le passage indéfiniment ménagé d'un état à un autre, mais nous ne percevons que des différences finies. La sensibilité est une force incessamment changeante; mais les changements n'y sont pas plus qu'ailleurs uniformément continus : ils ont leurs moments d'activité et leurs moments d'affaissement, et on ne ressent que les chocs intermittents, les différences effectives [1], les différences finies entre le point de départ et le point d'arrivée; la transition passe inaperçue devant la conscience.

Je ne voudrais pas d'ailleurs avoir l'air d'expliquer ce que je ne comprends pas moi-même, et de lever des contradictions qui ont fait le désespoir de tous les penseurs. Je sais que, prises à la lettre, les expressions de *moments inconscients de la sensation* constituent, comme le dit Fechner, un non-sens. Mais je ne sais comment m'exprimer autrement. Je conçois bien la sensation comme ayant la faculté de

[1] Voir *Théorie de la sensibilité*, page 56 sqq.

s'accroître d'une manière continue; mais les différences finies frappent seules l'esprit, et les différences intermédiaires aussi finies et en nombre indéfini restent non perçues. C'est cet état que, faute d'un meilleur mot, j'appelle la phase inconsciente de la sensation. Je veux faire ressortir que les phénomènes sensibles ne diffèrent pas en cela des phénomènes matériels. Ils sont continus, en ce sens que tous les changements s'y tiennent; mais ils sont discontinus, en ce sens que ces changements ne s'y suivent pas d'une manière uniforme et présentent des phases de ralentissement et des phases d'accélération, des phases en puissance et des phases en acte, des phases de préparation et des phases d'action.

Que de fois ces pensées me sont venues à l'esprit en contemplant dans les beaux jours d'été le coucher du soleil derrière les collines qui longent la Meuse! L'astre descend majestueusement; il touche la montagne par son bord inférieur; là il s'arrête, il semble se reposer et reprendre, pour ainsi dire, haleine; puis tout à coup une partie notable de son disque se cache au regard fixé sur lui. Il s'éclipse ainsi tranche par tranche; et la dernière parcelle, à son tour, a l'air de quitter à regret la terre et de s'attarder sur la crête; puis elle s'abîme en un instant et laisse le spectateur surpris de ne plus l'apercevoir.

On sait que, dans les observations du passage de Vénus sur le Soleil, les astronomes sont contrariés par le phénomène connu sous le nom de la *goutte noire*. La planète, au moment où le contact va s'établir, semble se tenir pendant quelque temps à une

faible distance, puis tout à coup elle se précipite sur l'astre, de façon à rendre impossible la connaissance de l'instant précis du phénomène. C'est ainsi que deux gouttes, dès qu'elles sont suffisamment près l'une de l'autre, se confondent brusquement. Ce phénomène a peut-être pour cause principale la discontinuité nécessaire de nos sensations.

Les roues d'une charrette en mouvement nous font l'effet de tourner sur elles-mêmes par saccades. Les merveilles du phénakisticope qui nous présente des joueurs de boules, des acrobates, des chevaux sautant par-dessus des barrières, trouvent peut-être leur explication autant dans ce fait que dans la persistance des impressions lumineuses qu'on lui assigne d'ordinaire pour cause unique. Et l'expérience de Weatstone pour déterminer la durée maximum des éclairs est probablement illusoire. On la connaît sans doute. De ce qu'une roue tournant rapidement paraissait immobile quand un éclair venait l'illuminer, ce savant concluait que la durée de l'apparition était inférieure à un millième de seconde.

Et enfin, en considérant un moment la question sous son côté artistique, comment concevoir, si la sensation ne présentait pas ce caractère, que le peintre pût songer à représenter le mouvement, le paisible travail du laboureur, la fuite affolée du gibier sous la poursuite ardente des chiens, la chute d'un Phaéton ou d'un Icare ?

Donc, pour en revenir à l'expérience des deux ombres, si à un certain instant l'une d'entre elles s'évanouit, si la différence entre notre état quand

nous regardons le fond et notre état quand nous regardons l'endroit où doit se trouver l'autre ombre cesse d'être perceptible, il n'y a là qu'un cas particulier d'un fait universel.

Mais, objectera-t-on, la sensation ne présente jamais le caractère de continuité au moins apparente que l'on constate dans les phénomènes extérieurs. C'est une erreur. Je dis que l'on peut faire croître la sensation d'une manière continue, ce mot étant accompagné des restrictions énoncées plus haut. Dans mon *Étude psychophysique*, j'ai déterminé la forme d'un carton blanc qui, tournant rapidement autour d'un certain point devant un fond noir, produit une image lumineuse dont l'éclat va s'affaiblissant d'une manière insensible du centre vers la circonférence [1]. Si la théorie du seuil était rigoureusement exacte, on devrait voir des zones concentriques de teintes graduées. Voici un ciel bien pur; le soleil, qu'il soit levé ou couché, l'illumine inégalement dans toutes ses parties; l'horizon est nécessairement plus sombre et le zénith plus clair, par suite de l'épaisseur variable de l'atmosphère; et cependant l'œil ne voit que des dégradations insensibles du plus obscur au plus clair. Les peintres d'ailleurs savent très bien rendre de pareils effets. Bien mieux, le spectre solaire lui-même,

[1] Voici l'équation polaire de la courbe du carton : $\omega = ke^{-mr} - c$, et en spécifiant : $\omega = 695{,}7\, e^{-0{,}047\, r} - \frac{1}{2}$; ω représente un nombre de degrés, r un nombre de millimètres, et e la base des logarithmes népériens. — Voir *Éléments*, etc., page 82 sqq.

avec ses vives oppositions de couleurs, ne présente aucun point d'arrêt, ni aucun passage brusque d'un ton à un autre; et néanmoins on peut le découper en bandes suffisamment étroites pour que la teinte de chacune d'elles soit jugée absolument uniforme.

Le seuil n'a donc aucune importance psychologique.

On comprendrait que l'on pût faire tant d'état du seuil, s'il avait quelque chose de fixe, de certain, d'invariable. Mais, au contraire, rien n'est plus mobile que cet élément. C'est un véritable Protée. S'agit-il de pression, les différentes parties du corps ont un seuil spécial, et pour chacune d'elles il se diversifie suivant les dispositions du moment. S'agit-il de lumière, les différentes couleurs se comportent chacune à sa façon. L'ombre que je ne vois pas maintenant peut devenir visible l'instant d'après. Souvent même, elle le deviendra si elle se meut, et derechef, si elle se fixe, elle s'évanouira. C'est une expérience que tout le monde peut faire en agitant la main devant une lumière. C'est que l'ombre, en se déplaçant, vient se peindre sur les parties latérales plus sensibles, et, en tout cas, moins fatiguées de la rétine. Le seuil cesse ainsi d'être le seuil. Aussi il n'est pas de quantité moins apte à être prise pour unité, et c'est pourtant celle que Fechner choisit pour mesurer l'excitation, et la valeur de la sensation en dépendra. Voilà donc une nouvelle raison de rejeter sa formule.

D'ailleurs, pourquoi la continuité qui se trouve en elle à partir de l'excitation-seuil ne se trouve-t-elle pas en deçà de cette excitation? pourquoi ici

ce passage du positif au négatif? Est-ce qu'à toute valeur de l'excitation — introduite dans la formule de mesure — ne répond pas toujours une valeur spéciale de la sensation, en dépit des seuils différentiels, pour lesquels il faut inventer une formule à part [1].

Je persiste donc à croire que la formule proposée par moi dans mon *Étude psychophysique*, conforme aux faits d'observation et d'expérience aussi bien et même mieux que celle de Fechner, irréprochable sous le rapport mathématique et rationnel, débarrassée du seuil, élément superflu, est de beaucoup préférable, en attendant qu'une meilleure vienne la détrôner.

C'est une meilleure que je crois avoir trouvée dans la suite [2].

UNE NOUVELLE THÉORIE DE LA SENSIBILITÉ.

I. Exposé de la théorie.

La théorie déduite par moi des expériences et des observations connues peut se résumer en trois lois : lois de progression, de dégradation, de tension. Certes, je n'ai pas en elles une foi absolue ; mais je dois dire que jusqu'à ce jour ma défiance a diminué plutôt qu'augmenté. Comme Fechner ne me semble pas en avoir saisi parfaitement le jeu, et

[1] Ce que Fechner appelle *Unterschiedsmassformel*.
[2] Voir note à la fin du volume.

que, pour le moment, ce sont les seules qui peuvent entrer en concurrence avec les siennes, il me paraît utile d'en faire un nouvel exposé, complétant celui que j'en ai donné précédemment.

Imaginons une expérience portant sur le sens de la température [1]. Cette expérience est purement idéale, car il y a pour ainsi dire impossibilité absolue de l'exécuter telle qu'elle est ici conçue ; mais elle est de nature à bien faire comprendre la façon dont j'entends le phénomène de la sensation.

Nous supposons que les deux mains soient également sensibles au calorique et que toute douleur soit évitée. Deux vases contiennent de l'eau d'une température égale à celle des mains. En les y plongeant, on n'aura pas de sensation. Élevons doucement la température de l'un des deux vases, il arrivera un moment où l'on s'apercevra d'une différence. Ce sera, par exemple, quand la température du premier vase étant t_0, celle du second est $t_0 + d_0 = t_1$. Nous pourrons écrire $d_0 = m t_0$, m étant en général plus petit que 1. Rendons la chaleur des deux vases équivalente à t_1, et attendons que les deux mains y soient habituées au point de ne plus rien éprouver. Puis opérons comme tantôt et augmentons la chaleur de l'un d'eux. On ressentira qu'il y a accroissement quand la différence sera d_1, et l'on aura $t_1 + d_1 = t_2$. Or, par supposition, il se trouve que $d_1 = m t_1$; et, de même, que $d_2 = m t_2$, et ainsi de suite indéfiniment. Si j'exprime ces résul-

[1] Voir p. 37 et suiv., et *Éléments*, etc., p. 141 et suiv.

tats par le calcul [1], je tombe sur la formule

[1] Voici comment on peut déduire algébriquement cette formule sans recourir au calcul différentiel et intégral. Posons que la sensation s répond à l'excitation p. Pour que la sensation devienne $s + u$, l'excitation doit devenir $p(1 + d)$, d étant, en général, une fraction dont la valeur dépend de u. Or l'expérience prouve que, si la sensation devient $s + 2u$, $s + 3u$... $s + nu$, c'est que, de son côté, l'excitation est égale à $p(1+d)^2$, $p(1+d)^3$... $p(1+d)^n$. Posons (1) : $s + nu = S$, et (2) : $p(1+d)^n = P$. En remplaçant n dans l'équation (2) par sa valeur tirée de (1), on a entre S et P la relation générale : $P = p(1+d)^{\frac{S-s}{u}}$ d'où l'on tire : $\frac{P}{p} = (1+d)^{\frac{S-s}{u}}$; et, en prenant les logarithmes des deux membres : $\log \frac{P}{p} = \frac{S-s}{u} \log(1+d)$. Prenons u pour unité de sensation, auquel cas $\frac{S-s}{u}$ est la mesure de la différence des sensations S et s, et posons la constante $\log(1+d) = \frac{1}{k}$, constante dont la valeur dépend de u et doit être déterminée par l'expérience, il vient définitivement : $S - s = k \log \frac{P}{p}$, formule identique avec celle à laquelle Fechner donne le nom de *formule de différence (Unterschiedsformel)*. Elle fournit, en effet, la mesure de la différence de deux sensations, l'unité de sensation étant u. Pour passer à la formule donnant la valeur absolue de la sensation, il faut faire $s = 0$, c'est-à-dire admettre que l'organisme est tout à fait accommodé à l'excitation extérieure p; alors il vient $S = k \log \frac{P}{p}$. Comme on le voit, le dissentiment qui règne entre Fechner et moi porte bien plus sur le mode de déduction et sur l'interprétation des formules que sur leur expression matérielle.

$S = k \log \frac{t}{t_0}$ ou plus généralement $S = k \log \frac{P}{p}$; formule qui coïncide avec l'une de celles de Fechner, qui implique la loi de Fechner, mais qui s'interprète d'une tout autre façon [1]. Elle exprime ce que j'ai appelé *la loi de progression entre la quantité d'excitation et la quantité de sensation correspondante.*

Que nous montre en effet cette expérience? C'est que la sensation provient d'une différence ou d'un contraste, et que les contrastes successifs doivent, pour être sentis égaux, correspondre à des différences réelles de plus en plus fortes. C'est là le fond de la loi de Weber.

Cette expérience s'est faite avec les deux mains et deux vases. Nous pouvons supprimer l'une des mains et l'un des vases; ils n'ont été introduits que pour fournir un point de repère, un point de comparaison en vue de l'évaluation des contrastes qui se font sentir dans l'autre main. Or, on l'a remarqué, le sentiment du contraste va diminuant, parce que la main s'accommode peu à peu au surcroît de chaleur donné à l'eau du vase, de sorte que la sensation résultant de l'inégalité de température entre la main et cette eau tend à s'annuler à mesure que l'équilibre se rétablit, et devient nulle tout à fait quand la main et l'eau ont la même température. C'est là le fait de la *dégradation* de la sensation, phénomène analogue à la déperdition de calorique subie par un corps chaud dans un milieu plus froid.

Reste la troisième loi. On ne peut pas augmenter

1 Voir p. 38 et suiv., et p. 50 et suiv.

indéfiniment la température de l'eau dans laquelle la main se plonge. Il arrive un moment où à la sensation caractérisée succède le sentiment d'une douleur de plus en plus vive. En réalité, on éprouve déjà un léger malaise quand la température du vase dépasse même d'assez peu la température normale de la peau; et, au fur et à mesure qu'elle s'écarte davantage de cette température normale, la sensibilité résiste; le jugement est moins facile à faire; de sorte que la proportionnalité idéale dont nous avons parlé tantôt, ne se manifeste pas dans toute sa pureté, et que la différence doit être, en général, de plus en plus forte pour que les effets de contraste continuent à être jugés égaux. Je dis *jugés*, avec intention, parce qu'il arrive un moment où la douleur enlève la faculté du jugement. C'est là ce qu'on peut appeler le phénomène de l'*altération* de la sensation; et comme il se révèle surtout quand on soumet la sensibilité à une action excessive qui pourrait aller jusqu'à la détruire, on peut lui donner le nom de phénomène de *tension*, par allusion aux ressorts tendus et exposés à se briser sous un trop grand effort.

Une dernière remarque. Nous avons imaginé que l'on élevait la température du vase et que l'on donnait ainsi à la peau des sensations de chaleur. On pouvait de même supposer un abaissement de température à partir de n'importe quel moment. On aurait, dans ce cas, produit des sensations de froid; mais l'analyse est la même; il faut seulement substituer un mot à un autre.

J'ai jusqu'à présent raisonné chaleur; je vais

maintenant parler lumière; et ici j'aurai pour appui non plus des épreuves difficiles à réaliser, mais, au contraire, une série considérable d'expériences qu'il est très aisé d'organiser et qui sont à un très haut point concluantes.

Nous l'avons déjà dit, si l'on produit une série de teintes tellement graduées que les contrastes entre deux degrés voisins paraissent sensiblement égaux, et que l'on mesure les éclats effectifs de ces teintes, on trouve qu'ils suivent une progression sensiblement géométrique. Tantôt il sera parlé des écarts. Faisons seulement ressortir l'analogie complète de ce genre d'expérience avec celle qui a porté sur le sens de la température. Ici encore les teintes peuvent être graduées dans les deux sens, du sombre au clair ou du clair au sombre; il est à peine besoin de dire que la loi n'en est pas le moins du monde altérée. Voilà donc la progression établie et prouvée pour la lumière. D'ailleurs ce résultat, que Fechner a contribué à mettre en évidence en faisant usage d'autres méthodes, ne peut être sérieusement contesté.

Quant à la loi de la dégradation ou de la tendance à l'annulation de la sensation, elle ne ressort pas et ne peut ressortir de cette expérience. Le contraste entre la chaleur de la peau et celle du vase n'est pas identique à celui qui existe entre deux teintes voisines. Celui-ci n'a d'analogue dans le domaine de la température que le contraste *qui sera toujours senti* entre deux parties voisines d'un même milieu, l'une plus chaude et l'autre plus froide. L'affaiblissement de la sensation de chaleur

se produit quand la peau est soumise à l'action permanente d'une même source de calorique. Or, le même affaiblissement peut se produire pour l'œil. M. Plateau a montré que la sensation provoquée par une surface lumineuse s'éteint peu à peu par la contemplation. Si l'on tient pendant quelques instants les yeux fixés sur un petit cercle blanc laissé au milieu d'un fond noir, puis qu'on les jette sur une surface tout entière d'un même blanc, on voit se dessiner sur la surface blanche, à son milieu, un petit cercle plus sombre. La sensation parviendrait-elle à s'annuler complètement? C'est ce que nous examinerons dans le chapitre suivant.

Reste la loi de la tension. Ici, elle se vérifie pleinement, et, comme il y a sur ce point entre Fechner et moi quelque dissentiment, on me permettra d'insister davantage.

Que l'on imagine trois anneaux concentriques : l'intérieur est blanc, l'extérieur gris foncé, et l'intermédiaire d'un gris paraissant, sous une lumière donnée, autant éloigné du blanc que du gris foncé. Si l'on augmente la lumière, le gris intermédiaire gagne comparativement plus en éclat que la teinte claire de l'anneau intérieur et, par suite, tend à s'en rapprocher. Au contraire, si l'on diminue la lumière, ce même gris moyen s'assombrit assez rapidement, se rapproche du gris foncé de l'anneau extérieur et s'éloigne du blanc, qui, à son tour, perd relativement moins sous le rapport de la clarté. De sorte que la lumière peut être, d'un côté, assez faible pour que le contraste entre les deux anneaux extérieurs s'évanouisse, et, de l'autre, être assez

forte pour que celui des anneaux intérieurs s'efface complètement. C'est ce qui fait que pendant la nuit on distingue seulement du blanc et du noir et non des teintes intermédiaires. C'est ce qui occasionne la difficulté de la lecture par un jour trop clair ou trop sombre, parce qu'alors les caractères ne tranchent plus suffisamment sur le fond du papier. Vue au crépuscule ou bien éclairée directement par un ardent soleil, une colline même fortement accidentée et présentant une série de plans étagés n'offre plus au regard qu'une pente uniforme, et les sinuosités disparaissent.

Essayons de recourir aux chiffres pour faire comprendre la nature de ces résultats. Supposons que, quand la lumière est le plus favorable — nous verrons tantôt ce qu'au juste ces mots veulent dire — les éclats relatifs des trois anneaux soient 16, 32, 64, progression géométrique dont la raison est 2. Quand la lumière sera une fois moindre, ces éclats seront entre eux comme 8, 16, 32. Mais alors le contraste 8/16 sera trop faible eu égard au contraste 16/32. Pour le rendre sensiblement égal, il faudra, par exemple, le remplacer par le contraste 7/16. Diminuons encore la lumière dans la même proportion : nous aurons maintenant des éclats réels qui seront entre eux comme les nombres 3.5, 8, 16. Le contraste 8/16 doit être, nous venons de le voir, remplacé par 7/16; mais cette fois le contraste 3.5/7 est, à son tour, trop faible; il faudra lui substituer un contraste plus fort, par exemple 3/7; et ainsi de suite. De même, si l'on double l'intensité du jour, aux deux contrastes 16, 32, 64

succèdent les suivants : 32, 64, 128 ; mais l'opposition 64/128 sera trop petite pour l'opposition 32/64, et on devra la remplacer par une opposition telle que 64/144. De même, en continuant à doubler la puissance de l'éclairage, au lieu du contraste 144/288, on devra mettre un contraste se rapprochant de 144/341, et ainsi de suite.

En résumé, si l'on construit une série d'anneaux, au nombre de neuf par exemple, contrastant entre eux d'une manière semblable, et si l'on suppose que l'éclat des quatrième, cinquième et sixième anneaux est précisément celui que réclame l'action normale de la sensibilité, au lieu de la progression géométrique suivante : 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, exigée par la loi de progression qui est au fond celle de Fechner, on aura une série analogue à celle-ci : 1, 3, 7, 16, 32, 64, 144, 341, 1024, qui, dans sa physionomie, montre l'action de la loi de la tension. On voit qu'à partir d'un certain point où la raison de la progression est 2, cette même raison va en augmentant dans l'un comme dans l'autre sens.

Il résulte de là que la faculté de juger les contrastes atteint son plus haut degré sous un jour déterminé. La lumière devenant plus vive ou plus faible, l'importance relative des oppositions est modifiée ; certaines d'entre elles sont notablement affaiblies et vont même jusqu'à s'évanouir. De plus, dans l'un comme dans l'autre cas, l'œil est troublé dans sa fonction ; il commence par ressentir de la gêne, et il finit par être blessé. Toutefois l'action délétère de l'obscurité ne se manifeste qu'à la longue.

C'est ce qui se voit chez les animaux qui, tels que la taupe ou le protée, se sont habitués à une vie souterraine.

Ce que nous avons dit du sens de la température est également vrai de l'ouïe, du goût, de l'odorat. Seulement, ici comme là, les expériences n'ont pas établi d'une manière suffisante la loi de progression. Non pas que les résultats fournis par celles qui ont pu être faites soient en contradiction avec elle; ils sont surtout incomplets et peu concluants, tant à cause des difficultés qui entourent la matière que de l'imperfection des méthodes et des moyens auxquels jusqu'aujourd'hui on est forcé de recourir. Mais, quant aux lois de la dégradation et de la tension, elles ont, dans ces divers domaines, pleine vigueur, comme nous le montrerans tantôt brièvement et comme le prouve l'expérience journalière.

Voilà le fait qui met à néant la loi de Fechner entendue dans le sens rigoureux que veut lui donner son illustre inventeur. Je ne veux pas soutenir que mes lois soient définitives, mais elles sont plus rapprochées de la vérité, car elles rendent compte de tous les faits apportés par Fechner à l'appui de la sienne et expliquent encore d'autres observations que celle-ci est impuissante à éclaircir.

Je viens de parler de lumière la plus favorable, d'action normale de la sensibilité; il est temps que je donne à cet égard les développements nécessaires.

Ce qui est caractéristique dans la conception que

j'expose, c'est le rôle attribué à l'équilibre naturel, à l'équilibre statique et à l'équilibre dynamique [1].

L'organe est dans son état d'équilibre naturel quand il est soumis à cette somme particulière d'excitation qui lui permet d'exercer sa fonction avec le moins d'effort possible. L'équilibre statique est un équilibre momentané qui possède, mais à un degré moindre, les propriétés de l'équilibre naturel.

Le sens de la température est propre à faire saisir ce que sont ces deux états, et en quoi ils se distinguent.

On est, au point de vue de la température, dans un état d'équilibre quand on n'a ni chaud ni froid. Cet équilibre peut être un équilibre d'accommodation momentanée : c'est ainsi que, au bout de quelques instants, on est fait complètement à un bain trop chaud ou trop froid. Mais il peut être aussi un équilibre naturel : c'est ce qui a lieu quand le bain n'est ni trop chaud ni trop froid. On pourrait supporter indéfiniment une pareille ablution. Il ne faut pas évidemment faire entrer ici en ligne de compte l'action de l'eau, qui, n'étant pas notre élément ordinaire, nous fatiguerait à la longue.

Pour compléter ces notions, disons que, quand le bain s'échauffe ou se refroidit, le corps se trouve dans un état spécial d'activité que l'on peut appeler l'équilibre dynamique. Ce terme d'*équilibre* sert encore à indiquer que l'état variable du corps répond à chaque instant à l'intensité momentanée de

[1] Voir *Théorie de la sensib.*, p. 34 et suiv.; *Éléments*, p. 182 et suiv.

l'action progressive exercée sur lui et en est la traduction fidèle.

Quand l'équilibre — statique ou naturel — est réalisé, le corps est beaucoup plus apte à juger d'une addition ou d'une soustraction de chaleur que s'il est dans un état d'équilibre dynamique, c'est-à-dire en mouvement. C'est ce que tout le monde a pu remarquer. Du moment qu'on est fait à la température de l'eau, un surcroît d'eau chaude ou d'eau froide est vite perçu. Ceux qui prennent des bains de rivière dans des endroits où jaillissent des sources froides le savent bien. Mais cette faculté existe à son plus haut degré aux environs de l'équilibre naturel. Si le bain est très chaud ou très froid, on ne juge qu'assez grossièrement des modifications qui surviennent dans sa température; si, au contraire, il est à peu près ce qu'il doit être, alors notre susceptibilité est singulièrement exaltée, et c'est goutte à goutte que l'on dispense l'eau chaude ou l'eau froide pour lui donner juste la température voulue.

Ces considérations s'appliquent de tout point aux sensations d'un autre ordre. Voici une gravure; elle contient un nombre considérable de teintes claires et de teintes sombres; il y a des détails dans les parties ombrées; quelle série de contrastes, forts, faibles, moyens! Eh bien, ces contrastes, je ne les aperçois bien qu'à une lumière déterminée. Si je la tiens en main dans un appartement obscur, je m'approcherai des fenêtres; dans la rue, en plein midi, je choisirai le côté de l'ombre. Augmentez ou diminuez la somme de lumière requise pour la vision

nette, certains détails s'évanouissent. C'est le fait que Helmholtz signalait à la sagacité de Fechner [1].

Sous l'action de cette clarté moyenne, on peut dire que l'œil est dans son état d'équilibre naturel. Ainsi, pour que la lecture et l'écriture offrent le moins de fatigue, la lampe de travail doit projeter sur le papier une certaine somme de rayons. C'est pourquoi l'on élève ou l'on abaisse la mèche jusqu'à ce qu'on obtienne l'éclairage voulu.

Cependant l'équilibre statique peut aussi se réaliser pour l'œil, et l'on parvient à lire et à écrire sans trop de difficulté sous un jour très éclatant ou très sombre. Seulement, surtout dans les premiers moments, on sent l'effort, on éprouve une gêne qui généralement ne tarde pas à disparaître. A cette propriété de l'œil de prendre assez vite une habitude sont dus les effets de la lanterne magique qui ne peut fonctionner que si les spectateurs sont plongés dans une obscurité complète. Et quant aux phénomènes d'équilibre dynamique, chacun de nous les connaît. Ils se présentent chaque fois qu'on passe d'un lieu éclairé à un endroit ténébreux et *vice versa*. Pendant un temps très appréciable, l'œil est pour ainsi dire en mouvement et s'efforce de se mettre en état de répondre aux forces lumineuses qui viennent de l'exciter.

Les phénomènes qui se rapportent à l'ouïe donnent lieu aux mêmes réflexions. Un violoniste exécute une romance d'un maître; il n'omet aucune nuance; le son tantôt se gonfle, tantôt s'adoucit et se perd.

[1] Voir page 25. — *Éléments*, etc., p. 26.

Pour jouir de son chant, je dois être à une certaine distance; de trop loin, je ne saisirai que les notes éclatantes; de trop près, les traits même délicats me perceront l'oreille. Aussi l'artiste ne jouit-il pas lui-même de son instrument. Pendant qu'il y met toute son âme, il ne ressent pas directement l'effet qu'il produit sur ceux qui l'écoutent. Pour en juger, il doit, pour ainsi dire, se dédoubler et se placer par la pensée au milieu de son auditoire. Quelque chose d'analogue se passe encore dans un salon où une voix de théâtre se fait entendre : elle paraît trop forte.

Passons à un autre exemple d'un ordre plus vulgaire mais tout aussi frappant. Un convive complaisant est occupé à faire une mayonnaise, et il voudrait obtenir les suffrages de ceux qui sont attablés avec lui. Il s'agit, grosse affaire, d'ajouter le sel et le vinaigre. On y va d'abord hardiment; mais peu à peu, à mesure que l'on approche de la perfection, la sensibilité se développe, et un moment se présente où le palais ne réclame plus qu'un grain de sel et un soupçon de vinaigre. Un rien suffit pour qu'un ragoût soit trop ou trop peu salé; mais, si le défaut est poussé trop loin, s'il dépasse une certaine mesure, on cesse de pouvoir juger du degré d'imperfection. On n'établit presque pas de nuances dans l'excès d'acidité ou de salaison, et une sauce qui est insipide ne perdra pas énormément à avoir plus de fadeur.

Pour rester dans le même ordre d'idées, sur quoi est fondé l'art du gourmet, si ce n'est sur le soin qu'il met à ménager la délicatesse de ses papilles

gustatives ? et le talent du vrai maître d'hôtel ne consiste-t-il pas, non uniquement à préparer les mets et à choisir les boissons, mais surtout, comme dit Brillat-Savarin [1], « à les présenter dans un ordre tellement calculé que la jouissance qui en résulte aille toujours en augmentant, jusqu'au moment où le plaisir finit et où l'abus commence », c'est-à-dire, en somme, à renouveler sans cesse les « puissances dégustatrices » par d'habiles oppositions ?

Si nous exprimons ces résultats généraux sous une forme précise, nous dirons que la sensibilité pour les contrastes est la plus grande quand les intensités des excitations se renferment dans certaines limites. Du moment qu'elles en sortent, soit au delà, soit en deçà, les mêmes contrastes ne s'obtiennent plus que pour des différences d'excitations de plus en plus considérables. Et, comme on vient de le voir, ce n'est pas là une proposition purement théorique ; elle est fondée sur l'observation et l'expérience, et, puis-je ajouter, sur le calcul [2].

Me voilà conduit tout naturellement à parler des sensations *positives* et *négatives*, dans le sens spécial que j'accorde à ces mots et qui ne se retrouve nullement dans Fechner, comme d'ailleurs il l'a compris et reconnu.

Pour moi donc, la sensation résulte d'un contraste,

[1] *Physiologie du goût*, médit. III, 49.

[2] *Étude psychophys.*, théor. III et VI, et notamment p. 68 sqq. — Voir *Éléments*, etc., p. 46 et 75.

contraste simultané ou successif, je ne veux pas faire de distinction. Je note seulement que certains contrastes en apparence *simultanés* peuvent être en réalité *successifs*. Ainsi le contraste entre deux teintes différentes contiguës est simultané ou successif suivant que l'œil se tient immobile ou voyage de l'une à l'autre. Si le contraste va du plus au moins, j'appelle la sensation *négative;* je la nomme *positive*, dans le cas contraire. Mais, qu'on ne s'y trompe pas, ces mots n'ont en eux-mêmes aucune signification propre. J'aurais pu tout aussi bien appeler positive, par exemple, la sensation de refroidissement, et négative celle d'échauffement.

Entre la sensation négative et la sensation positive il y a un point neutre. On ne peut passer d'une espèce de sensation à l'espèce contraire sans subir un temps d'arrêt. Ce temps d'arrêt peut être fugitif. Ceci se présente quand le corps est dans un état d'équilibre dynamique. Je me rappelle avoir pris un jour à Magadino un bain dans le lac Majeur, et à chaque brassée, pour ainsi dire, je me sentais transi ou réchauffé alternativement. J'étais à l'embouchure du Tessin, et je rencontrais à tout instant un courant froid du fleuve qui n'avait pas encore eu le temps de se mélanger intimement aux eaux chaudes du lac. Si l'on regarde une étoffe lignée, le point neutre est là où notre œil franchit le bord d'une rayure.

Ces sortes de points neutres séparent deux sensations qui sont en opposition relative et non absolue. Je suis dans un bain trop chaud, et je le juge tel — ce qui a lieu quand je n'y suis pas encore

habitué; — on vient à y ajouter de l'eau froide; bien qu'il soit encore trop chaud, j'éprouverai sur-le-champ une sensation *fugitive* de refroidissement. Si, sur un fond clair et avec une vitesse convenable, on fait tourner devant vos yeux une roue à rayons noirs, vous aurez alternativement des impressions fugitives d'assombrissement et d'illumination, ou, si j'ose forger un mot, de clarescence. Les vacillations d'une bougie produisent des effets tout semblables. Le cheval de fiacre éprouve une sensation de surcharge quand les voyageurs montent en voiture, d'allègement quand ils en descendent. Le temps d'arrêt dont il est ici question est tout à fait comparable à celui du pendule arrivant au bout de l'arc qu'il décrit.

Dans l'état d'équilibre dynamique, l'opposition entre le négatif et le positif n'a aucun caractère absolu. Les sensations fugitives d'un refroidissement ou d'un échauffement n'impliquent nullement que le sujet ressent effectivement le froid ou le chaud; celles d'un objet qui s'obscurcit ou qui s'éclaire ne peuvent être confondues avec celles du sombre ou du lumineux; celles qui résultent de la croissance ou de la décroissance dans l'intensité d'un bruit continu sont différentes de celles que font éprouver les bruits forts ou les bruits faibles.

Mais, quand le corps est dans l'état statique ou naturel, il n'en est plus ainsi. Les termes de *positif* et de *négatif* prennent une signification absolument nette. Suis-je accommodé à la température d'un bain, toute augmentation de la température de l'eau me fait avoir chaud, toute diminution me fait avoir

froid. Suis-je fait à une lumière donnée, j'éprouve une sensation d'éblouissement dès qu'elle grandit; si elle s'affaiblit, il m'arrive une sensation à laquelle, faute d'un meilleur mot, j'ai donné le nom d'offusquement. Dans un voyage en chemin de fer, je m'habitue plus ou moins au roulement. Si le bruit s'accentue, si deux trains se croisent, l'impression que je reçois, c'est de l'assourdissement. Le convoi se met-il au contraire à ralentir, il se passe en moi un effet de calme et d'apaisement.

Ici, le point neutre correspond au *ni chaud ni froid*, *ni clair ni obscur*, *ni bruyant ni sourd*, en un mot, au *ni moins ni plus*; ce point neutre, en d'autres termes, correspond au zéro statique de la sensibilité. Vous pouvez être fait à une température donnée si bien qu'elle ne vous procure plus ni chaud ni froid; vous arrivez à ne plus être distrait par les odeurs, les bruits au milieu desquels vous vivez; le mineur qui extrait le charbon à la pâle lueur d'une lampe fumeuse, trouve suffisante la clarté qu'elle répand; l'Africain n'est pas aveuglé par le soleil qui illumine les plaines de sable qu'il traverse, pas plus que l'Esquimau n'est ébloui par les reflets éclatants des neiges qu'il habite.

A cet égard cependant, il reste une dernière distinction à faire. Elle concerne l'équilibre naturel. Quand on est arrivé au zéro statique de la sensation, l'opposition entre les sensations négatives et les sensations positives revêt un caractère tranché. Mais ce caractère ne se maintient que momentanément, le zéro statique lui-même n'ayant rien de permanent. Il n'en est pas de même du zéro naturel

vers lequel le corps est toujours attiré et où il se replace de lui-même dès qu'il cesse d'être soumis à toute cause d'écart. C'est ainsi qu'une corde de violon, écartée de sa position normale par un obstacle qui la retient, revient aussitôt qu'on le supprime. C'est le ressort tendu de la montre qui cherche à se détendre. Par rapport au zéro naturel, les mots *chaud* et *froid*, *clair* et *obscur*, *blanc* et *noir*, *fort* ou *faible* ont un sens précis et absolu, s'il est permis de se servir de ces mots en s'occupant de la sensation. Le zéro naturel correspond au *ni trop ni trop peu*.

Un appartement, pour être convenablement chauffé, ne doit être ni trop chaud ni trop froid; si l'on ne veut pas se blesser les yeux en travaillant, la lumière ne doit être ni trop vive ni trop blafarde; la voix de l'orateur a une sonorité favorable quand ses auditeurs ne sont obligés ni de tendre l'oreille ni de se garantir le tympan; et, pour revenir aux sensations du goût, la salade ni doit être ni trop fade, ni trop épicée, et un potage bien assaisonné ne doit inspirer le désir ni d'en ôter ni d'y ajouter un grain de sel.

Je n'ai plus qu'un mot à dire pour terminer ce sujet. Le point de l'équilibre naturel n'est pas le même chez tous les individus; il ne reste pas non plus invariable dans tout le cours de la vie. En un mot, ce n'est rien d'absolument fixe. L'organisme, suivant les circonstances, peut prendre des habitudes anormales et se créer une autre nature. On peut s'endurcir à toute chose, au chaud et au froid par exemple; on peut aussi devenir frileux, ou

particulièrement sensible à un léger excès de température. On peut se créer un palais qui supporte les brûlures des épices et des alcools. Les prisonniers renfermés dans d'obscurs cachots finissent par se faire au défaut de lumière. Le point de leur équilibre naturel descend, et une faible lueur qui leur parvient à travers leur soupirail finit par faire sur eux l'effet d'éblouissement que produirait sur nous le soleil le plus éclatant [1]. Fechner n'a-t-il pas lui-même ingénieusement remarqué que, depuis l'invention des quinquets, du gaz et du pétrole, nous ne concevons plus de lecture possible aux rayons pâles et vacillants d'une lampe ou d'une chandelle, comme naguère c'était l'usage encore? Enfin l'âge affaiblit notre vue ou nous rend durs d'oreille [2].

La mémoire elle-même n'est qu'un déplacement du point de l'équilibre naturel. Elle est fondée sur une habitude, et l'oubli n'est que le retour insensible à un état antérieur. De là cette maxime qu'elle se fortifie par l'exercice, qui aboutit à rendre de plus en plus stable le nouvel état. Cette dernière considération donne aussi la raison de ce fait, à première vue étrange, qu'une forte commotion — un coup violent à la tête, par exemple — efface les traces des événements récents et laisse intactes celles des événements anciens, dont le souvenir,

[1] *Étude psych.*, note, p. 32. — Voir *Éléments*, etc., p. 28.

[2] Dans l'article original, je donnais ici une explication fautive de ce fait étrange connu sous le nom de *paracousie de Willis*. Voir note à la fin du volume.

à la différence des premiers, a pu nécessairement être plus souvent évoqué avant l'accident.

Voilà l'ensemble du système des lois de la sensation, tel que je l'ai conçu.

II. — Objections de Fechner. — Réponses et conclusions.

Voici maintenant les objections que Fechner adresse à ce système (p. 31 et suiv.) :

Tout d'abord, d'après lui, je place les sensations de température et celles de son et de lumière sous un point de vue tellement général, que j'annihile les différences qu'on doit mettre entre elles. Ainsi il existe un état nul entre le chaud et le froid ; il n'y en a pas entre le noir et le blanc, entre le silence et le bruit. De plus — et l'objection paraît capitale à Fechner — la sensation du gris est positive, qu'on ait commencé par contempler soit du blanc soit du noir ; dans ma formule, au contraire, elle changerait, selon lui, de caractère. Sans doute, dit-il, quand on va de 3 à 2 on va du plus au moins, et l'on va du moins au plus quand on part de 1 vers 2 ; mais 2 reste 2 dans l'un comme dans l'autre cas. En outre, la sensation du noir le plus noir est nécessairement pour moi une sensation négative, puisque, en fait de lumière, il n'y a rien au-dessous, et pourtant je ne rends pas compte par là de la valeur toujours positive que possède le noir à l'extrémité inférieure de l'échelle des sensations lumineuses quand on passe d'une manière continue

du gris au blanc. Enfin, on ne comprendrait pas comment on peut avoir la sensation continue du noir quand on tient les yeux bien fermés dans l'obscurité, ni celle du jour quand on y reste exposé pendant des heures entières.

Je vais maintenant reprendre une à une ces objections. Fechner a bien vu que dans ma bouche les termes *négatif* et *positif* n'ont pas le même sens que pour lui, mais il n'a pas cependant saisi entièrement le caractère de ces expressions dans mon système. Ainsi, m'oppose-t-il, le gris est une sensation positive et invariable, qu'on ait d'abord contemplé du blanc ou du noir. Je n'en disconviens pas. Mais voici ce que dis : étant donnés un gris et un blanc déterminés, j'appelle *positif* le contraste allant du gris au blanc, c'est-à-dire du moins au plus, et j'appelle négatif le contraste allant de ce même blanc à ce même gris, c'est-à-dire du plus au moins. C'est une simple affaire de mots. C'est ainsi que la même somme de 100 francs figure à l'actif des livres du créancier, au passif des livres du débiteur. En soi, les mots ont quelque chose d'arbitraire, mais l'opposition entre les mots répond cependant à un fait constant. Je nie du reste que le même gris donne toujours la même sensation, car il n'y a pas de sensation sans contraste.

J'ai chez moi une gravure du tableau de Vautier : *un repas après décès*. Dans la chambre mortuaire est dressée la table qu'entourent les parentes et les amies; la lumière arrive par devant éclairer le côté droit de la scène. Au fond de gauche, dans l'ombre, se trouve un lit qui est vide; tout

contre est assise la veuve éplorée que des intimes essayent de consoler. Il y a en cet endroit des teintes grises tranchant sur des teintes plus foncées; elles sont choisies pour peindre les chairs et les étoffes blanches. A une certaine distance du tableau, on ne voit que la table couverte de sa nappe éblouissante et les manches éclatantes de quelques femmes. On s'approche, et l'on commence à distinguer la scène de douleur se passant près du lit que le défunt vient de quitter pour toujours. Mais, si l'on fait un pas encore pour regarder de plus près, on apercevra dans le coin de droite une porte ouverte donnant accès dans une autre pièce éclairée par le fond; on distinguera les hommes debout, buvant un verre de vin, parlant du mort peut-être, mais sans doute aussi du beau temps, de la pluie et de l'état des récoltes. Un jet de vive lumière dessine le profil et les angles de tous ces personnages. Or, comment est représenté ce trait éblouissant? par une teinte en soi beaucoup plus noire que celle des teintes claires de gauche. Là pourtant, c'est du soleil; ici, c'est de l'ombre. Mais aussi le contraste, là-bas, a lieu dans une partie très obscure de la gravure, ici dans un côté relativement plus clair. Le même gris n'a donc pas toujours la même valeur. C'est sur cette simple observation que sont fondés les effets de lumière que la peinture sait rendre si merveilleusement.

Je ne suis pas bien sûr de comprendre la seconde objection de Fechner qui se rapporte à la sensation du noir. Elle me semble reposer sur la même confusion. Mais elle provient aussi de ce que pour

notre savant, comme pour Hering, Pflüger et beaucoup d'autres, le noir est quelque chose, tandis que, dans mon opinion, c'est le résultat du contraste entre le clair et le moins clair. C'est ce que j'ai exposé dans mon article sur la formation de l'idée d'espace [1]. Un papier blanc dont une partie est éclairée par un soleil éclatant nous paraît noir dans la partie non éclairée. Le côté illuminé d'un papier noir placé dans les mêmes conditions nous paraît blanc par opposition avec l'autre côté. C'est ce qu'on peut remarquer tous les jours. A ce moment même où j'écris, ma plume projette une ombre d'un noir intense, et pourtant cette ombre est produite par un rayon de soleil bien pâle, soleil d'hiver réfléchi par le verre qui recouvre une petite gravure placée contre la paroi opposée de ma chambre. Cette ombre est bien plus noire que l'encre, assez incolore, il est vrai, des caractères que je trace. On me dira peut être qu'il existe un noir maximum. Je n'en sais rien; je n'y vois aucun inconvénient. Ce noir maximum est alors celui qui, confronté avec tout autre noir, donne lieu à un contraste positif, de même que le blanc absolu serait celui avec qui tout autre blanc formerait un contraste négatif.

Pour moi d'ailleurs, des raisons scientifiques s'opposent encore à ce que j'accorde à la sensation du noir le même caractère positif qu'à celle du blanc. Cette manière de voir, mise en avant par Gœthe, soutenue par Schopenhauer, en vue d'une théorie

[1] Voir *Revue philosophique*, août 1877, p. 176.

originale des couleurs, a été dans les derniers temps défendue avec un grand talent et infiniment de science par Hering. Je ne veux ici qu'en dire un mot. La loi de Fechner à elle seule suffit pour faire rejeter cette conception. Quand sur un fond noir, au moyen d'un carton convenablement découpé qu'on fait tourner autour de son centre, on produit trois teintes grises graduées, les éclats réels en seront en progression à peu près géométrique, par exemple, 10°, 50°, 250°, nombres indiquant la valeur angulaire des arcs de carton. Si la sensation de noir était du même ordre que celle du blanc, je devrais, au moyen de ce même carton peint en noir, en lui imprimant un mouvement de rotation devant un fond blanc, produire aussi des teintes graduées. Or, c'est ce qui n'a pas lieu. La question m'avait déjà préoccupé quand j'ai fait mes expériences sur la lumière, et j'avais taillé dans du velours noir un nombre de figures destinées à me donner des anneaux. Ce fut toujours avec un résultat négatif. Il n'en saurait être autrement sans que la loi de Fechner fût détruite, car, en évaluant à 360° l'éclat du fond blanc, l'éclat effectif des zônes produites par les arcs noirs de 10°, 50°, 250°, seraient 350°, 310°, 110°, nombres tout à fait en dehors de la loi de proportion [1].

[1] Voici d'une manière élémentaire et générale la preuve de l'impossibilité d'admettre une sensation du noir assimilable à celle du blanc. Soient 1, a, a^2, les valeurs relatives des arcs de carton blanc tournant devant un fond noir, et fournissant trois teintes graduées. Ces valeurs, conformément à la loi de Fechner,

Reste la dernière objection. Pourquoi ne cesse-t-on pas, après une contemplation d'une certaine durée, soit de voir le jour, soit de voir la nuit? Je crois l'objection plus spécieuse que redoutable. Il n'y a pas de sensation sans contraste; par conséquent, si le jour était d'un éclat constant, et si l'œil, sans paupière et sans iris, conservait la même sensibilité, il ne percevrait plus la clarté. C'est ce que Fechner est disposé à me concéder (p. 114). Cette proposition, l'expérience ne peut la prouver; cependant des faits d'analogie la rendent acceptable. Quand on contemple des panoramas circulaires, on voit l'espace et le vide là où il y a une toile chargée d'une certaine couleur qui représente le ciel et l'horizon fuyant. Le photographe dans sa chambre à réaction ne s'aperçoit pas que les objets ne sont éclairés que par de la lumière jaune; et, en général, quand l'éclairage est coloré, nous savons faire d'une manière inconsciente une abstraction plus ou moins complète de sa couleur. Voilà comment je résous la question spéciale que j'avais tenue en réserve

sont en progression géométrique. Les arcs noirs qui restent sont donc représentés, en appelant c la circonférence entière, par $c-1$, $c-a$, $c-a^2$. Or, ces nombres n'obéissent certes pas à la loi de Fechner. Il est même impossible qu'ils le fassent, car, si l'on veut avoir la proportion : $c-1 : c-a = c-a : c-a^2$, et si l'on cherche la valeur de a qui satisfait à cette équation, on trouve l'unité. Ce qui revient à dire qu'il est impossible de produire des teintes graduées au moyen d'arcs noirs tournant devant un fond blanc, ces arcs étant en progression géométrique. Par conséquent, le noir, au contraire du blanc, n'est pas soumis à la loi de Fechner.

dans le chapitre précédent. Mais, si pour la lumière la proposition est sujette à un certain doute, elle se vérifie pleinement pour la température et les odeurs, et même jusqu'à un certain point pour le bruit. Voici à ce sujet un fait qui m'est personnel [1].

Je fus un jour invité à aller passer une semaine de vacances dans une maison de campagne située à côté d'une chute d'eau assez considérable produite par un barrage artificiel. Le premier jour le bruit m'assourdissait tellement que je ne parvenais qu'avec peine à suivre à table la conversation. Je finis cependant par me faire à ce bruit, et vers le cinquième ou sixième jour, m'étant réveillé pendant la nuit, je ne parvins pas à entendre la chute, même en y prêtant une attention soutenue. Surpris et intrigué, je me levai, et c'est en voyant la rivière continuer à se précipiter que mon oreille vint à percevoir de nouveau le roulement de la cascade.

D'ailleurs, sans sortir de l'expérience journalière, à qui de nous-mêmes, dans le silence des nuits, l'horloge ne fait-elle pas souvent l'effet d'être arrêtée? Pourtant le tic tac du pendule est un bruit discontinu et devrait être plus facilement remarqué.

Mais l'un des plus grands obstacles à ce que la sensation disparaisse, c'est l'état extrêmement variable de la sensibilité. L'organe est chose vivante, et par suite il n'est jamais en repos. Deux états consécutifs ne sont jamais identiques. De plus, il s'étend, en général, sur une surface ou tout au moins occupe un lieu de l'espace, et il ne reste

[1] V. *Théorie de la sensib.*, p. 38; et *Éléments*, etc., p. 185.

pas immobile. De sorte que, la cause extérieure fût-elle rigoureusement constante et uniformément répandue, il se produirait encore des contrastes résultant des changements survenus dans l'organe qu'un rien ébranle et qui est affecté, non-seulement par ses excitants naturels, mais par toute espèce de cause. Et cette mobilité est entretenue, exaltée même par ce fait que les causes extérieures sont, elles aussi, variables et changeantes. On comprend donc sans peine que le zéro soit difficilement atteint. A peine l'organe est-il en voie de s'accommoder à l'extérieur qu'une cause interne ou externe vient le rejeter au sein de la lutte.

Cependant les sens n'ont pas tous un même degré de susceptibilité : celui de la température et surtout celui de la pression (atmosphérique) se mettent assez facilement à l'unisson de l'extérieur, et alors la sensation est nulle [1]. Mais, je le répète, il ne faut pas prendre ce zéro dans le sens que semble lui attribuer Fechner, disant qu'il y a un point nul entre le chaud et le froid, et non entre le noir et le blanc, le silence et le bruit. Ce point nul peut être atteint dans le chaud ou dans le froid dès qu'on s'est accommodé au chaud ou au froid de manière à ne plus le sentir. Il sera atteint pour les bruits forts ou les bruits faibles quand on y sera tellement habitué qu'on ne les entendra plus. Enfin il le serait pour les éclats éblouissants ou les reflets sombres, si l'œil pouvait jamais rester assez immobile pour cesser de les apercevoir. Le point nul de Fechner

[1] Voir *Théorie*, p. 36 sqq. et 51 et qq.

n'existe pas. On a toujours ou chaud ou froid quelque part. On entend toujours quelque chose, ne fût-ce que les battements du cœur ou les murmures de l'oreille ; et l'on voit toujours quelque faible lueur, quand ce ne serait que ce que l'on a appelé la lumière propre de l'œil.

Il me resterait à parler, pour terminer l'examen déjà trop long de l'important ouvrage de Fechner, de sa théorie des couleurs. Mais je réserve ce sujet pour une autre occasion.

Un dernier mot. La formule de Fechner le conduit à admettre entre l'âme et l'extérieur une activité psychophysique mystérieuse dont les allures sont étranges, puisqu'elle agit ou réagit différemment sur les deux termes entre lesquels elle est placée. La formule que je lui substitue permet de remonter plus directement à la cause de la sensation et de la placer dans le travail exprimant l'action même de l'excitation sur la substance sensible.

Février 1878.

NOTE

SUR LES FONDEMENTS DE LA PSYCHOPHYSIQUE

PAR GEORG ELIAS MUELLER.

Pendant que les lignes qui précèdent étaient livrées à l'impression, M. Georg Elias Mueller, privat-docent à l'Université de Göttingen, a fait paraître un ouvrage sur le fondement de la psychophysique (*Zur Grundlegung der Psychophysik, kritische Beiträge;* Berlin, Grieben, 1878, XVI, et 424 pages in-8°). Je me suis hâté d'en prendre connaissance. Il ne conviendrait pas, après un examen aussi rapide et nécessairement superficiel, de porter sur un ouvrage d'une si haute importance un jugement motivé dans ses détails. Je me contenterai d'en donner un court aperçu. Je puis cependant dire, sans crainte de me tromper, que l'auteur fait preuve du plus grand savoir, d'un sens critique très développé, et d'une connaissance complète de son sujet. Il procède en outre avec beaucoup d'ordre, de méthode et de clarté. Son livre ne présente à la lecture d'autres difficultés que celles qui sont inhérentes au fond.

Le but du critique est de rechercher jusqu'à quel point la loi psychophysique est fondée en raison et en fait. Il examine en conséquence si l'on peut avoir une confiance absolue dans les méthodes employées; si les expériences sur lesquelles elles s'appuient sont péremptoires et suffisantes; quelle valeur il faut accorder aux diverses interprétations données de la loi de Weber, et quel est le degré de vraisemblance des corrections ou des modifications diverses qu'on a proposé de lui faire subir. Je vais donner les conclusions de l'auteur sur tous ces points.

Des quatre méthodes aujourd'hui connues, la plus générale et la plus complète est celle des *cas vrais et faux;* mais, dans la manière dont elle a été généralement pratiquée, elle n'a pas le degré d'exactitude requis par le calcul des probabilités. La plus sûre et la plus exacte est celle des *contrastes;* mais il est douteux qu'elle puisse s'appliquer à d'autres sensations que celles de la vue. La méthode des *plus petites différences* ne peut servir qu'à des contrastes préliminaires et provisoires. Quant à celle dite des *erreurs moyennes*, c'est la plus sujette à caution et la plus entourée d'obscurités.

L'auteur résume ensuite les faits comme suit. Dans le domaine de la lumière, il est constant que la sensibilité de l'œil atteint son maximum pour un éclat moyen et qu'elle baisse pour des éclats plus forts ou plus faibles. Pour ce qui est des sensations de poids et de pressions, il est fort douteux qu'elles soient soumises à la loi de Weber. Cependant M. Müller ne trouve pas que les expériences de Hering aient été faites avec le soin et l'exactitude

désirables. Enfin il y a peu de chose de concluant à tirer des résultats fournis par l'œil pour la mesure des distances, et par les sens de l'ouïe, du goût et de la température; car M. Müller ne croit pas que les rapports numériques de l'échelle musicale puissent servir d'appui à la loi psychophysique. De sorte que, au total, la loi de Weber n'est valable tout au plus que pour la lumière, le sens musculaire et peut être l'ouïe, et que, dans tous les ordres de sensations, la sensibilité pour les différences, quand l'excitation va croissant, s'élève jusqu'à un maximum; après quoi elle diminue.

M. Müller discute la notion du seuil et trouve que ce n'est pas un fait au-dessus de toute contestation; que, s'il existe, il peut s'expliquer sans peine en se plaçant au point de vue physiologique, et que, dans tous les cas, on ne peut voir en lui un argument en faveur de la théorie psychophysique. Quoique les raisonnements de l'auteur soient, en général, autres que les miens, je tiens à noter cette singulière coïncidence dans nos sentiments.

Passant ensuite à la signification physiologique que l'on pourrait donner à la loi de Weber, il examine la portée des travaux de Dewar et M'Kendrick (voir *Revue philosophique*, *loc. cit.*, p. 262); il en montre les défauts et les erreurs. A cette occasion, il critique les vues de Mach et de Hering sur les effets de la dilatation et de la contraction de la pupille et le jeu des paupières, phénomènes, dit-il, auxquels on accorde un rôle extrêmement varié et excessivement commode quand on est en quête d'explications. Il repousse la théorie psychophysique

et métaphysique de Fechner; il n'admet ni ne comprend les sensations négatives (qu'il croit être aussi des sensations inconscientes, p. 368), et il se heurte aussi à la sensation 0, conséquence forcée de la notion quelque peu paradoxale du seuil. Il n'est pas davantage satisfait de l'interprétation de Bernstein; rejette les lois proposées par MM. Plateau et Brentano, ainsi que la loi de proportionnalité de Hering, qui, dit-il, ne repose sur rien; juge la loi de Langer trop compliquée; et enfin, passant à ma seconde formule, $S = k \log \frac{P}{p}$, il ne l'admet pas, parce que, si le sens de la température nous fournit un point nul, il n'en est pas de même des autres sens.

Examinant en dernier lieu la téléologie de J. J. Müller et de Hering, il lui dénie toute portée par la même argumentation que j'ai déjà fait valoir.

Disons, pour terminer cette trop brève analyse de ce savant et remarquable travail, que l'auteur n'a eu connaissance du dernier ouvrage de Fechner et, semble-t-il, de mon article publié en mars 1877 (cité avec une date fautive à la dernière page), que lorsque l'impression de son ouvrage était déjà assez avancée. Il dit, dans sa préface, que la lecture du nouveau volume de Fechner n'a modifié en rien les opinions qu'il exprime.

SUR LE PLAISIR ET LA PEINE [1].

Le regretté M. Dumont, dans l'article qu'il a bien voulu consacrer à mes doctrines (*Revue philos.*, nov. 1876, p. 467 et suiv.), critique cette loi et y fait des objections sérieuses qui demandent un mot d'explication. Tout d'abord je dirai qu'il n'a pas saisi nettement — et sans doute par ma faute, car le même reproche m'est adressé dans le n° du 20 janvier 1877 de la *Revue scientifique*, p. 729 — la distinction que je fais entre l'équilibre *normal* ou *naturel*, et l'équilibre *statique* ou *momentané*. (Voir *Éléments*, etc., p. 182 et suiv.)

Si l'on écarte de sa position ordinaire une barre élastique fixée par un de ses bouts — et c'est la position d'équilibre normal ou naturel — elle prendra une nouvelle configuration et, tant que l'on maintiendra l'écart, la barre se trouvera dans un état d'équilibre momentané. Si cette barre était sensible, plus l'écart augmenterait, plus son malaise s'accroîtrait aussi. L'obstacle enlevé, elle viendra se replacer dans sa position première; et le mouvement de retour sera accompagné de plaisir.

Étendons la comparaison. Si la barre n'est pas parfaitement élastique, et si l'écart a été excessif, elle ne reviendra pas à son état d'équilibre normal;

[1] Voir page 41.

elle gardera une certaine courbure qui sera pour elle désormais un nouvel état d'équilibre naturel. Cette courbure pourra se prononcer de plus en plus dès que les excès d'écart seront toujours dans le même sens. La barre prend ainsi une certaine *habitude*, c'est-à-dire une certaine manière de se tenir. Animons-la de nouveau, et nous aurons l'explication des habitudes morales; nous comprendrons comment on se fait au tabac, au vin, à l'opium.

La comparaison cependant n'est pas encore complète. L'organisme nous offre une flexibilité plus variée, plus complexe, plus profonde. La barre une fois hors de sa position normale, tend constamment à y revenir : la gêne serait pour elle continue tant que durerait la tension. L'organisme s'accomode momentanément à la situation forcée qu'on lui fait prendre, et, la plupart du temps, il sent le malaise aller en diminuant et finir par disparaître; ce qui ne l'empêche pas toutefois de revenir à son état naturel dès qu'on lui en laisse la liberté. Il est à peu près comme les corps mous qui changent lentement de forme pour se plier à la position qu'on leur donne, mais qui ne perdent jamais la faculté de reprendre leur figure première.

Ce mot tout physique de *tension* renferme donc une comparaison et une image. Sans doute, dans les sciences, il faut se défier des figures, mais il ne faut pas les bannir systématiquement et oublier qu'elles font partie du vaste domaine de l'analogie. Or, qu'est-ce que le désir et le besoin accusent, sinon un état violent qui tient l'organisme éloigné d'une certaine position, ou, si l'on veut, d'une cer-

taine composition où il trouverait repos, satisfaction, bien-être? On peut donc appeler cet état *tension* et dire que le plaisir accompagne la *détente*.

Sans contredit — et je rencontre ici la principale objection de M. Dumont — il ne semble pas, lorsque je suis affecté agréablement par l'odeur de la rose, que le plaisir présuppose un besoin, c'est-à-dire une tension. Non, certes, pas toujours, dans la conscience du moins, mais peut-être dans l'inconscience, et je puis même dire certainement. Lorsque avant votre dîner, sans que vous constatiez en vous déjà de l'appétit, vous passez devant une maison d'où s'exhale une odeur de cuisine, vous vous sentez affecté agréablement, et vous aspirez avec volupté les parfums des mets qu'on prépare. Mais si c'est après votre dîner, l'effet n'est plus le même, et chacun sait par expérience qu'en pareil cas, l'atmosphère d'un salon de restaurant, par exemple, donne des nausées.

Les mêmes excitations produisent donc des effets opposés suivant l'état où se trouve l'organisme, état dont on peut fort bien ne pas se rendre compte. Le lendemain d'une orgie, le vin et les épices inspirent une vive aversion. Celui qu'une maladie menace en sera averti souvent au peu d'attrait que lui offrira, par exemple, le cigare, et le premier symptôme de sa convalescence sera peut-être l'envie de fumer. La tension n'est donc pas toujours consciente, le besoin peut ne pas être senti. Il suffit pour cela qu'il y ait eu accommodation lente, mais pourtant non définitive, de l'organisme. Combien de fois nous arrive-t-il de nous apercevoir que nous avons

froid juste en entrant dans un appartement convenablement chauffé !

Maintenant, M. Dumont adopte une théorie (d'origine allemande, je crois) et, d'après lui, plus simple : il fait consister le plaisir dans toute augmentation de mouvement de l'être sensible, la peine, au contraire, dans toute diminution du mouvement (voir sa *Théorie scientifique de la sensibilité*, 1875, Germer Baillière, et comparer aussi son article sur un opuscule de Horwicz, *Revue philosophique*, décembre 1876, p. 641). L'avouerai-je ? je ne me fais pas une idée nette de cette théorie. Car, je le crains, c'est ne rien dire ou c'est faire un cercle vicieux que de prétendre que l'odeur de la rose est agréable, parce qu'elle augmente le mouvement de l'organisme. Je ne suis pas non plus disposé à accepter sa distinction des peines et des plaisirs en positifs et négatifs. Je me range sur ce point du côté de son contradicteur, M. Bouillier (voir *Revue philosophique*, mai 1876, p. 444). Cependant, pour être sincère, je dois reconnaître que certains points me paraissent encore devoir être l'objet des plus sérieuses méditations. Ainsi les plaisirs vénériens n'ont pas pour point de départ une peine — mais plutôt un état en lui-même agréable — ni pour terme la satisfaction — mais plutôt l'affaissement et la tristesse, quand ce n'est pas le dégoût. J'en ai dit un mot, assez vague, il est vrai, dans ma *Théorie de la sensibilité*, p. 100 (voir *Éléments*, etc., p. 246) ; mais le problème mérite, certes, d'être examiné de près.

NOTE RECTIFICATIVE D'UNE ASSERTION DE FECHNER [1].

M. Fechner vient de faire paraître un nouveau volume intitulé *Révision des points principaux de la psychophysique (Revision der Hauptpunkte der Psychophysik.* Leipzig, 1883). Comme dans l'ouvrage précédent (*In Sachen der Psychophysik*), dont je viens de rendre compte [2], il daigne s'y occuper longuement de moi, ce dont je le remercie. Il met quelque peu de passion dans sa polémique; c'est son droit, et je ne lui en veux pas. Il me donne des leçons; je les accepte de bonne grâce. Mais il m'accuse aussi de faire des citations fausses. Ceci m'a touché vivement, parce que, comme le donne à entendre mon illustre et vénéré adversaire, il y aurait eu de ma part légèreté, presque mauvaise foi. Ce n'est pas qu'il ne puisse m'arriver de commettre un contre-sens. L'allemand est pour moi une langue étrangère, et je ne me flatte pas de toujours le traduire sans faute. De plus, les ouvrages de Fechner ne sont pas faciles à lire. Les Allemands eux-mêmes doivent repasser deux ou trois fois telle de ses phrases avant d'être sûrs de la saisir, et n'y réus-

[1] Voir pages 79 et 118.
[2] Voir aussi *Revue philos.*, janvier et février 1878.

sissent pas toujours [1]. De quoi j'ai eu mainte fois des preuves. Mais la meilleure que je puisse en donner, c'est qu'il peut ne pas se comprendre lui-même, quand il se relit. Tel est le cas actuel. Je vais l'établir à l'évidence.

Donc, page 300 de son volume, il me consacre un chapitre spécial. Après quelques considérations préliminaires où il loue en moi le physicien et morigène le critique, il reprend une à une les critiques que je lui ai adressées et les réfute. Il débute par celle qu'il regarde avec raison comme fondamentale. Je lui reprochais de ne pas mesurer la sensation au moyen d'une sensation-unité, mais au moyen de l'excitation et cela par l'intermédiaire d'une formule [2], et je renvoyais à un passage de son *In Sachen*, que je traduisais plus loin [3].

Fechner commence par dire que je l'ai mal compris et que la citation est fausse (*missverstandene und falsch citirte Stelle*), qu'il s'est exprimé catégoriquement en sens contraire dans le passage suivant de ses *Éléments de psychophysique*, II, p. 18 : « En fait, dans notre manière de mesurer la sensation, nous ne la déclarons pas un multiple de l'excitation, mais un multiple d'une grandeur de sensation de même nature prise pour unité ; seulement le rapport de la sensation à son unité est déterminé par le rapport de l'excitation à son unité, en tant que les deux rapports sont une fonction

[1] Voir *Ibid.*, p. 37.
[2] *Ibid.*, p. 39.
[3] *Ibid.*, p. 60.

l'un de l'autre, laquelle est de telle nature que si l'un des rapports est donné, l'autre s'en suit. » [1].

Si je n'ai pas exactement résumé le passage, je renonce dès aujourd'hui à comprendre, non-seulement l'allemand de Fechner, mais le français.

Admettons cependant que Fechner s'imagine avoir dit autre chose que ce que je lui fais dire, et continuons à lui laisser la parole :

« Et quel est maintenant le passage où, selon Delbœuf, j'aurais « très clairement » exprimé que je mesure la sensation par l'excitation ? Ce serait, d'après Delbœuf, mot à mot (avec des guillemets), celui-ci : « S'il est — dit-il — impossible d'obtenir » la mesure de la sensation par la superposition » intérieure de sensations, de la même manière » qu'on mesure extérieurement un morceau d'é- » toffe au moyen du mètre, cependant on peut la » faire reposer sur le rapport de dépendance qui » existe entre la force de l'excitation et celle de la » sensation provoquée par elle, et, de cette façon, » mesurer la sensation intérieure par un mètre exté- » rieur. » [2] Ce passage doit être tiré d'un de mes

[1] « In der That erklären wir in unserem Masse der E. diese nicht als ein Wievielmal des Reizes, sondern als ein Wievielmal einer als Einheit untergelegten Empfindungsgrösse derselben Art, und nur die Beziehung der E. zu ihrer Einheit wird nach der Beziehung des Reizes zu seiner Einheit bestimmt, indem beide Beziehungen eine Function von einander sind, welche derartig ist, dass wenn die eine Beziehung gegeben ist, die andere daraus zu folgern ist. » *Revision*, etc., p. 301.

[2] Voir *Revue philos.*, V, p. 60. Fechner reproduit le texte français.

livres, p. 1 [1]. Or je l'ai cherché vainement, non seulement page 1 de mes *Éléments* et de mon *In Sachen*, mais dans tous les endroits qui, d'après l'ensemble du texte, pouvaient le contenir. Tout au plus, lit-on dans mes *Éléments*, I, p. 56, un passage analogue, mais qui n'est ni traduit, ni compris, etc. »

Fechner, après avoir reproduit ce dernier passage, conclut à mon adresse en ces termes : « Je ne puis m'expliquer une pareille méprise qu'en admettant que Delbœuf, au lieu de mes *Éléments*, a eu en main quelqu'extrait superficiel. »

Voilà donc qui est précis. Fechner a cherché, p. 1 de son *In Sachen*, et n'y a pas trouvé le passage en question. Or il se lit à la septième ligne de la première page, et le voici reproduit dans la langue originale :

« Inzwischen habe ich in meinen Elementen der Psychophysik (I, 54 und allgemeiner II, 191) zu zeigen gesucht, dass, « wenn schon es unmöglich » ist, ein solches Mass (psychisches Mass der » Empfindung) durch innere Superposition von » Empfindungen in ähnlicher Weise zu gewinnen, » als man äusserlich die Länge eines Stückes Zeug » durch die Elle misst, doch ein solches auf das » Abhängigkeitsverhältniss der Stärke der Empfin- » dung von der Stärke des Reizes, der die Empfin- » dung auslöst, gegründet, und solchergestalt die

[1] Remarquez que j'annonce, *ibid.*, p. 35, note 2, que les indications des pages, sauf avis contraire, se rapportent au livre *In Sachen*, etc.

» innere Empfindung durch eine äussere Elle ge-
» messen werden kann. »

Maintenant est-ce moi qui ne comprends pas l'allemand, ou Fechner qui ne comprend pas le français, ou bien encore qui ne se comprend pas lui-même? — que le lecteur en juge, il a les pièces sous les yeux.

A PROPOS D'UN ARTICLE DE M. JANET [1].

Je ne puis m'empêcher, à l'occasion de cette discussion, de montrer par une application curieuse combien la formule de Fechner, qui aura la gloire impérissable de servir désormais de point de départ à toute psychophysique future, est cependant, au fond, inconsistante. Dans le n° de mai 1877 de la *Revue philosophique*, M. Paul Janet a publié un article ingénieux intitulé : *Une illusion d'optique interne*. Il y recherche la cause d'un fait psychologique qui se révèle surtout à ceux qui ont atteint l'âge mur : c'est que les années nous paraissent s'écouler de plus en plus vite à mesure qu'on vieillit. Il essaye de formuler la loi du rapport du temps apparent au temps réel. Selon lui, « la durée apparente d'une certaine portion du temps dans la vie de chaque homme est proportionnelle à la durée totale de cette vie, » ou, plus exactement, est inversement proportionnelle à la durée de la vie précédemment écoulée.

« Prenons, par exemple, continue-t-il, une année comme unité. Cette année, pour un enfant de dix ans, représente le dixième de son existence; mais pour un homme de cinquante ans, cette même année ne sera plus qu'un cinquantième : elle paraîtra donc plus courte dans la proportion de 50 à 10, c'est-à-dire cinq fois plus courte. Un homme

[1] Voir page 140.

de 50 ans vit donc 5 fois plus vite qu'un enfant de 10 ans. »

Sans s'en douter peut-être, M. Paul Janet a énoncé la même loi que celle qui, d'après Fechner, règle les rapports de la sensation et de l'excitation : l'effet sensible d'un accroissement d'excitation est inversement proportionnel à l'excitation déjà agissante.

Mettons en équation la formule. Représentons par a la durée apparente de la vie et par r sa durée réelle ; nous écrirons que l'accroissement de la vie apparente da est d'un côté proportionnel à l'accroissement de la vie réelle dr, mais inversement proportionnel à la vie écoulée ; donc : $da = h \frac{dr}{r}$; de là, par intégration : $a = h \log r + c$. Pour déterminer la constante c, il faut faire une supposition. Il y a sans doute un moment dans la vie où le temps est évalué à sa valeur réelle. Admettons donc que ce soit à partir d'un certain âge pris pour unité, un an par exemple, que l'être vivant est en état d'apprécier le temps qui s'écoule pour lui, et posons qu'à ce moment, pour $r = 1$, on a : $a = 1$.

Je note ici en passant que cette mise en équation ne répond pas encore complètement à toutes les exigences du calcul. Mais ce problème, qui n'est pas en soi susceptible d'être renfermé dans une formule absolument rationnelle, n'en est pas moins exactement le même que celui qui est traduit par la formule de Fechner. J'en reviens à la supposition faite. Elle conduit définitivement à la formule : $a = er^k$, e étant la base des logarithmes népériens.

Il suit de là que si r, la vie écoulée, est inférieur à un an, la vie apparente pourrait être plus grande que la vie réelle — cela dépend de k — et pourra, dans tous les cas, prendre une valeur négative. La seule conclusion à tirer de ce fait, c'est que la formule ne peut recevoir d'application que lorsque le sujet, ainsi que nous l'avons dit, est déjà arrivé à un certain âge, et sous la réserve de cette restriction, il n'y a pas d'inconvénient à l'adopter.

Mais maintenant, raisonnons comme Fechner. Admettons que la vie réelle ne commence à être appréciée qu'à partir, par exemple, de l'âge d'un an (c'est le seuil), et posons qu'à cet âge la vie apparente est nulle, c'est-à-dire que, pour $r = 1$, on a $a = 0$, d'où $c = 0$. On obtient ainsi la formule $a = k \log r$. De là ces conséquences bizarres ; à moins d'un an, la vie apparente est négative ; au moment de la naissance elle est l'infini négatif. Qu'est-ce, demandera-t-on, qu'une vie apparente négative? C'est, devrions-nous répondre, l'évaluation que l'on donne à la vie réelle quand on n'est pas encore tout à fait en état de lui en donner une. Et quant à l'infini négatif, c'est la manière dont un être qui n'est pas encore né juge la vie qui s'est écoulée pour lui. On touche ici du doigt l'impossibilité où l'on serait de trouver une interprétation raisonnable de pareils symboles qui en soi sont intelligibles. (Voir ce que je dis à cet égard dans ma *Logique algorithmique*. Liége, Desoer, p. 40 et 46. Voir aussi *Revue philosophique*, octobre 1876, p. 347 et 352 ; *Das Axiome der Psychophysique*, par Ferdinand Auguste Müller, Marburg 1882, p. 152 sqq. ; et *Revision der Hauptpunkte der Psychophysik*, p. 175 sqq.)

NOTE SUR LA PARACOUSIE DE WILLIS [1].

Voici le passage supprimé :

« Arrêtons-nous un instant sur ce dernier genre d'affection, pour y trouver la confirmation des théories qui précèdent.

« Si la surdité imparfaite est due, comme je viens de la définir, à un déplacement du point de l'équilibre naturel, les sourds doivent mieux entendre au milieu du bruit. En effet, admettons, pour fixer les idées, que ce soit pour les bruits dont l'intensité se maintient aux environs de 100 que les contrastes soient le plus facilement perçus. Il s'ensuit qu'on saisira, par supposition, une différence d'une unité, et qu'on distinguera d'un bruit égal à 100 les bruits égaux à 99 ou à 101 ; tandis qu'on pourra confondre même les bruits 50 et 49 ou 51, qui pourtant diffèrent aussi d'une unité et dont les contrastes sont, par conséquent, relativement plus forts. De sorte que si, à côté de ces derniers bruits, on en fait entendre un autre égal à 50, ce qui revient à les produire au milieu d'un certain tapage, ils deviendraient distincts.

[1] Voir page 159

« Or, percevoir un son quelconque c'est juger qu'il se détache sur d'autres sons concomitants dont l'existence est incontestable et qui proviennent tant de nous que de l'extérieur, mais auxquels nous sommes le plus souvent tellement habitués que nous n'en avons pas conscience. Si l'on songe, en effet, à la multitude des ébranlements qui se font dans la nature et qui se propagent indéfiniment à travers l'air et les autres milieux élastiques, le monde doit être considéré comme un orchestre immense dont la voix puissante nous échappe, parce qu'elle fait, pour ainsi dire, partie de notre être. Les animaux, insectes, poissons, mammifères, qui vivent dans les environs de la chute du Niagara, entendent-ils encore le fracas de la cascade? Donc, ne pas entendre un bruit déterminé, c'est être incapable de le percevoir d'une manière distinctive sur le fond sonore de notre sensibilité.

« Si cela est exact et si nous représentons aussi par 100 ou tout autre nombre la valeur de cette sonorité inaperçue, les oppositions que nous avons tantôt caractérisées par les nombres 100 et 99 ou 101, 50 et 49 ou 51, dont les deux premières seules sont, par supposition, perceptibles, deviennent en fait 200 et 199 ou 201, 150 et 149 ou 151. Or, disons-nous, chez le sourd, le point de l'équilibre naturel n'est plus 100, mais, par exemple, 150. Il arrive dès lors qu'il peut ne pas percevoir les contrastes 200 et 199 ou 201 qui sont trop éloignés de la position de son équilibre naturel, mais que, si l'on ajoute de part et d'autre un bruit égal à 50, ces mêmes contrastes, égaux maintenant à 250 et 249

ou 251, deviendront sensibles à son oreille. Et de même il pourra se faire qu'il n'entende aucun bruit isolé égal à 10, mais qu'il le remarque sur ce nouveau fond surajouté égal à 50.

« Telle est la conséquence rationnelle que je tirais dernièrement de mes lois pendant que j'étais occupé à les faire servir à une théorie nouvelle du daltonisme Je la soumis immédiatement à l'expérience avec une personne sourde, et l'expérience vérifia pleinement la théorie. Je fis asseoir cette personne à côté d'un piano; je déterminai au préalable la distance d'où elle entendrait différents sons produits par une sonnette, par deux morceaux de bois choqués l'un contre l'autre, etc. Puis, recherchant ce que devenait cette distance quand on faisait résonner l'instrument, je la trouvai plus courte d'un quart ou d'un tiers. Je m'enquis près de cette personne si elle n'avait jamais rien remarqué au sujet de l'action que le bruit aurait sur sa faculté auditive. Elle m'apprit alors qu'elle entendait beaucoup mieux en voiture ou en chemin de fer. Je pris d'autres informations, et deux autres sourds — les seuls avec qui j'ai été en rapport — confirmèrent cette observation.

« Je crus d'abord avoir fait une découverte; mais j'appris bientôt que ce fait avait été signalé déjà en 1680 et qu'il est connu sous le nom de *paracousie de Willis*. Cet auteur raconte qu'un homme de sa connaissance, pour pouvoir s'entretenir avec sa femme, chargeait un domestique de battre du tambour. Fielitz rapporte qu'un fils de cordonnier n'entendait ce qui se disait dans l'atelier de son père

que quand celui-ci martelait sur une pierre à côté de lui le cuir de semelle. Le même entendait très bien dans un moulin en pleine activité, tandis qu'il était sourd, éloigné du bruit [1].

« Je ne doute pas que ces cas, présentés comme exceptionnels, ne constituent, au contraire, la grande généralité [2]. Quant à la raison dernière qu'on peut donner de ces particularités et d'autres semblables, telles que le daltonisme, qui se présentent dans d'autres ordres de sensations, je me réserve de la développer à une autre occasion. Il me suffit pour le moment d'avoir fait ce rapprochement, à coup sûr inattendu et d'autant plus significatif que j'y ai été conduit par la théorie. »

Cette explication repose sur une inadvertance. Il est vrai que d'après le théorème VI (voir *Éléments*, etc., p. 75 et suiv., et ici, p. 147) *plus deux excitations deviennent petites plus leur rapport doit grandir pour que la différence des sensations correspondantes reste constante.* Mais dans l'alinéa qui précède cet énoncé, j'avais mis le lecteur en garde contre une conséquence erronée qu'on pourrait tirer de ce théorème; or, j'ai commis la faute moi-même. En effet, si le contraste 100/101 est perçu, il n'est pas possible que le contraste 50/51, dû à la même

[1] Voir d'autres faits de ce genre rapportés dans la *Symptomatologie* du docteur SPRING. Bruxelles, 1870, t. II, p. 235 et suiv.

[2] Depuis lors, j'ai été en rapport avec quatre autres sourds qui tous quatre prétendent entendre beaucoup mieux au milieu du bruit — Note ajoutée.

différence absolue, ne le soit pas, du moins en ce qui concerne la lumière. Si l'addition ou la suppression d'une bougie fait de l'effet quand il y en a 100, à plus forte raison quand il y en a 50. Toutefois, ne voulant pas argumenter seulement d'un principe tout théorique, j'ai refait avec le plus grand soin l'expérience indiquée p. 88 de mes *Éléments*. J'ai taillé dans du carton, avec un soin minutieux, une figure à trois bras (voir la figure p. 86, *ibid.*) fournissant, quand on la faisait tourner devant un fond noir, 40 anneaux concentriques, de 2 millimètres de largeur, et différant chacun de 9 degrés. Que l'on augmentât ou que l'on diminuât la lumière, les contrastes vers les bords— et ce n'est que naturel —étaient toujours les plus visibles. Peut-être l'explication de la paracousie de Willis doit-elle se chercher dans la mécanique.

TABLE DES MATIÈRES.

HERING CONTRE FECHNER.

Pages.

Historique 1

PREMIÈRE PARTIE. — LA CRITIQUE DE M. HERING.

I. Examen critique de la base de la psychophysique de Fechner 8
II. Invraisemblances et difficultés résultant des lois de Fechner 14
III. Insuffisance des preuves avancées à l'appui des lois de Fechner 16
IV. Défaut de généralité et fausseté partielle de la loi de Weber 23

DEUXIÈME PARTIE. — POSITION NOUVELLE DE LA QUESTION.

I. Limites et restrictions à apporter à la loi de Fechner. 27
II. Lois de la sensation. Signification de la loi de Fechner. 35

TROISIÈME PARTIE. — RÉPONSE A M. HERING.

I. Base réelle de la loi logarithmique 42
II. Vraisemblance de la loi logarithmique 49
III. Suffisance provisoire des preuves apportées à l'appui de la loi logarithmique 53
IV. L'argument téléologique 62
Conclusion 65
Note sur *les Fondements de la psychophysique*, par Langer 67

FECHNER CONTRE SES ADVERSAIRES.

Explications préliminaires 71

Le plaidoyer de Fechner.

I. Aperçu de l'ouvrage de Fechner.— *Les points en litige.* 76
II. Fechner contre Hering et les objections à priori . . 85
III. Fechner contre Hering et les objections de fait . . 87
IV. La formule de M. Plateau et les expériences de M. Lowne. — *La méthode des contrastes* 91

Discussion mathématique.

I. Préambule et plan de cette discussion 97
II. De la position du point nul dans une échelle de mesure ; valeurs positives et valeurs négatives . . . 99
III. Le point nul de la sensation. — *Sensations négatives.* 105
IV. Du choix de l'unité. — *L'unité de sensation* . . . 112
V. De la concordance des échelles doubles. — *Analogie avec les logarithmes* 119
VI. Du seuil 125
VII. De la discontinuité dans les phénomènes naturels. — *L'infiniment petit. — Tout mouvement est discontinu. — Ce qui se perçoit est fini. — Continuité de la sensation* 129

Une nouvelle théorie de la sensibilité.

I. Exposé de la théorie. — *Les sensations de lumière. — La sensibilité normale. — Sensations positives et négatives.* 140
II. Objections de Fechner. — Réponses et conclusions. — *Le gris et le noir. — Annulation de la sensibilité.* 160
Note sur *les Fondements de la Psychophysique*, par Georg Elias Mueller 169
Sur le plaisir et la peine 173
Note rectificative d'une assertion de Fechner 177
A propos d'un article de M. Janet 182
Note sur la paracousie de Willis. 185

A FINE IS INCURRED IF THIS BOOK IS NOT RETURNED TO THE LIBRARY ON OR BEFORE THE LAST DATE STAMPED BELOW.

CANCELLED
JUN 2 1 1972

3994405

JAN 9 '76 H
5096272

JUN 21 '73 H

WIDENER

WIDENER
JUN 14 2003
SEP 10 2003
CANCELLED
BOOK DUE